



SDU

1996

UNIVERSITY

Pedagogy and Teaching Methods



ISSN 2709-264X (Online)

ISSN 2709-264X (online)
Continues ISSN 2415-8135

«SDU University»
ХАБАРШЫСЫ
BULLETIN
of «SDU University»
ВЕСТНИК
«SDU University»

ПЕДАГОГИКА ЖӘНЕ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
PEDAGOGY AND TEACHING METHODS
ПЕДАГОГИКА И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

№2 (75) 2026

2006 жылдан бастап «Сүлейман Демирел атындағы университетінің хабаршысы»
ішінара жалғасуда

Continues partially «Suleyman Demirel University Bulletin » since 2006
Продолжает частично «Вестник университета имени Сулеймана Демиреля»
с 2006 года

Жылына 4 рет шығады
Published 4 times a year
Выходит 4 раза год

Қаскелең / Kaskelen / Каскелен
2026

Бас редактор

Смакова К., PhD, қауымдастырылған профессор, SDU University, Қазақстан

Жауапты редактор

Мырзабек А., ассистент профессор, SDU University, Қазақстан

Техникалық редактор

Кубашева Ж., Ғылым департаментінің маманы, SDU University, Қазақстан

Редакциялық алқа:

Анико Варги Наги	PhD, қауымдастырылған профессор, Дебрецен университеті (Венгрия)
Дәулеткулова А.	п.ғ.к., қауымдастырылған профессор, SDU University (Қазақстан)
Джапашов Н.	PhD, доцент, New York ұлттық университеті (АҚШ)
Доганай Я.	PhD, доцент, Банги университеті (Орталық Африка Республикасы)
Дүйсебекова Ж.	PhD, қауымдастырылған профессор, SDU University (SDU University)
Ерғожина Ш.	п.ғ.к., доцент, SDU University (Қазақстан)
Жұмақасева Б.	п.ғ.к., профессор, SDU University (Қазақстан)
Қасымов Г.	п.ғ.к., профессор, SDU University (Қазақстан)
Мирзоева Л.	ф.ғ.д., профессор, SDU University (Қазақстан)
Нури Б.	PhD, доцент, SDU University (Қазақстан)
Смағұл А.	PhD, аға оқытушы, SDU University (Қазақстан)
Сет А.	PhD, қауымдастырылған профессор, Лейкхед университеті (Канада)
Тулесова С.	п.ғ.к., доцент, SDU University (Қазақстан)

Редакцияның мекенжайы: Алматы облысы, Қарасай ауданы
040900, Қаскелең қаласы, Абылай хан көшесі 1/1

*e-mail: ptm@sdu.edu.kz

SDU University хабаршысы: педагогика және оқыту әдістемесі

ISSN 2709-264X (online)

Қазақстан Республикасының Мәдениет және ақпарат министрлігімен тіркелген

18.04.2025, No KZ62VPY00117350 қайта есепке қою туралы куәлігі

SDU University

Сайт: <https://ptm.sdu.edu.kz/>

Editor-in-chief

Smakova K., PhD, Associate professor, SDU University, Kazakhstan

Managing editor

Myrzabek A., Assistant professor, SDU University, Kazakhstan

Technical editor

Kubasheva Zh., Science department specialist, SDU University, Kazakhstan

Editorial board:

Aniko Varga Nagi	PhD, Associate professor, University of Debrecen (Hungary)
Dauletkulova A.	Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, SDU University (Kazakhstan)
Duisebekova Zh.	PhD, Associate professor, SDU University (Kazakhstan)
Doganay Y.	PhD, Senior lecturer, BANGUI University (Central African Republic)
Dzhapashov N.	PhD, Associate professor, National University of New York (USA);
Erhozhina Sh.	Candidate of Pedagogical Sciences, assistant professor, SDU University (Kazakhstan)
Kassymova G.	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, SDU University (Kazakhstan)
Mirzoeva L.	Doctor of philology, Professor, SDU University (Kazakhstan)
Moldabayeva D.	PhD, Associate professor, SDU University (Kazakhstan)
Nuri B.	PhD, Assistant professor, SDU University (Kazakhstan)
Seth A.	PhD, Associate professor of Lakehead University (Canada)
Smagul A.	PhD, Senior lecturer, SDU University (Kazakhstan)
Tulepova S.	PhD, Assistant professor, SDU University (Kazakhstan)
Zhumakayeva B.	Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, SDU University (Kazakhstan)

Address of the editorial office: Almaty region, Karasai district.
040900, city of Kaskelen, st. Abylai Khan 1/1

*e-mail: ptm@sdu.edu.kz

SDU University Bulletin: Pedagogy and Teaching Methods

ISSN 2709-264X (online)

Registered by the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan

Certificate of re-registration No KZ62VPY00117350 from 18.04.2025

SDU University

Site: <https://ptm.sdu.edu.kz/>

Главный редактор

Смакова К., PhD, ассоциированный профессор, SDU University, Казахстан

Ответственный редактор

Мырзабек А., ассистент профессор, SDU University, Казахстан

Технический редактор

Кубашева Ж., специалист департамента Науки, SDU University, Казахстан

Редакционная коллегия:

Анико Варга Наги	PhD, ассоциированный профессор, Дебреценский университет (Венгрия)
Даулеткулова А.	Кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор, SDU University (Казахстан)
Джапашов Н.	PhD, ассоциированный профессор, Национальный университет Нью-Йорка (США)
Доганай Я.	PhD, старший преподаватель, Университет Банги (Центральноафриканская Республика)
Ерхожина Ш.	Кандидат педагогических наук, ассистент профессор, SDU University (Казахстан)
Жумакаева Б.	Кандидат педагогических наук, профессор, SDU University (Казахстан)
Касымова Г.	Доктор педагогических наук, профессор, SDU University (Казахстан)
Мирзоева Л.	Доктор филологии, профессор, SDU University (Казахстан)
Нури Б.	PhD, ассистент профессор, SDU University (Казахстан)
Сет А.	PhD, ассоциированный профессор, университет Лейкхед (Канада)
Смагұл А.	PhD, старший преподаватель, SDU University (Казахстан)
Тулепова С.	PhD, ассистент профессор, SDU University (Казахстан)

Адрес редакции: Алматинская область, район Карасай
040900, город Каскелен, ул. Абылай хана 1/1

*e-mail: ptm@sdu.edu.kz

Вестник SDU University: педагогика и методы обучения

ISSN 2709-264X (online)

Зарегистрирован Министерством культуры и информации Республики Казахстан

Свидетельство о переучета No KZ62VPY00117350 от 18.04.2025

SDU University

Сайт: <https://ptm.sdu.edu.kz/>

МАЗМҰНЫ / CONTENT / СОДЕРЖАНИЕ

Шаттыгүл Ерхожина, Аружан Ыдырыс. САБАҚ ҮДЕРІСІНДЕ ОҚУШЫЛАРДЫҢ АҚЫЛ-ОЙ ӘРЕКЕТІН ДАМУДЫҢ ЖОЛДАРЫ.....	7
ABDUR-RAFIU, Jamiu, OYETORO, Jamiu Alaka. ASSESSMENT OF AVAILABILITY AND UTILISABILITY OF INSTRUCTIONAL MEDIA FOR ISLAMIC STUDIES IN IREPO ZONAL DISTRICT, OYO STATE, NIGERIA.....	17
Zulyar Kavashev. BIBLIOMETRIC EXPLORATION OF TWENTY-FIRST CENTURY SKILLS IN HIGHER EDUCATION USING VOSVIEWER.....	36
Shakhrizat Agaidarova, Nursultan Japashov, Samat Maxutov. DEVELOPING KAZAKHSTANI SCIENCE CAPITAL THROUGH CLIL IN THE CONTEXT OF INTERNATIONAL OLYMPIADS.....	49
Lyu Anqi,Kudaibergenova Aliya, Tian Yuan. EMOTIONAL MANAGEMENT AND ACADEMIC EFFICACY: THE IMPACT OF EMOTIONAL REGULATION STRATEGIES ON ACADEMIC PERFORMANCR AMONG SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS.....	65
S. Penkina, Z.Koksheeva, M.Akmambetova. FIRST-YEAR STUDENTS' LEARNING EXPERIENCES WITH THE AI-POWERED APP IN AN ENGLISH LANGUAGE COURSE AT A KAZAKHSTANI UNIVERSITY.....	76
A.A. Kambarbekova, B.S. Ualikhanova, M. Sari. AN EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF INTEGRATING ELEMENTS OF MEDICAL PHYSICS INTO THE SCHOOL CURRICULUM USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS.....	85
Ж.Е. Зулпыхар, А.А. Рысдаулетова. ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДА ПРОГРАММАЛАУ ПӘНДЕРІН ОҚЫТУДА VIBE CODING ӘСЕРІ ЖӘНЕ ТӘЖІРИБЕЛІК БАҒАЛАУ.....	96
Seth Kwadwo Antwi, Zhadyra Zhylgeldi, Nurislam Duisenbay, Sultan Koldasbayev, Amina Myrzabas. THE RELATIONSHIP BETWEEN ATTENDANCE AND ACADEMIC ACHIEVEMENT IN MATHEMATICS: A QUANTITATIVE CASE STUDY OF SDU UNIVERSITY, KAZAKHSTAN.....	111
Жусупбекова Нурсулу, Нугманова Айнур, Огородник Виктория. ФОРМИРОВАНИЕ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ КАК КЛЮЧЕВОЙ АСПЕКТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ.....	121
Akerke Aiashova, Nurlybay Madiyarov, Ahmet Arikan. A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF MATHEMATICAL LITERACY RESEARCH BASED ON THE SCOPUS DATABASE (2005–2025).....	136
Gaukhar Yersultanova, Aidos Myrzabek, D.Philip Montgomery. "I USE IT TO POLISH MY ENGLISH": HOW RESEARCHERS IN KAZAKHSTAN USE AI IN SCHOLARLY WRITING.....	151
М.Р.Мусахан, А. Баубекұлы, М.Д.Боранкулова. ГЕОГРАФИЯ САБАҒЫНДА БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫҢ АНАЛИТИКАЛЫҚ ДАҒДЫЛАРЫН ДАМУ.....	167

О. И. Турсыматова, А. Т. Ургенишбеков, Г. М. Маханова, А. Б. Аймырзаева. РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ДИАГНОСТИКИ И КОРРЕКЦИИ ОШИБОЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О БИОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ У СТУДЕНТОВ НАЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП.....	186
Dina Kucherbayeva, Juldyz Smagulova. FROM POLICY TO PRACTICE: PRAGMATIC ACCEPTANCE OF TRANSLANGUAGING AMONG SECONDARY SCHOOL TEACHERS IN KAZAKHSTAN.....	197
Gaukhar Duisenova, Nurzhan Shyndaliyev, Rustam Shadiev. AI-PERSONALIZED PROGRAMMING TASKS BASED ON DIGITAL TRACE ANALYSIS: A PILOT STUDY WITH PRE-SERVICE COMPUTER SCIENCE TEACHERS IN A CONTAINERIZED LAB ENVIRONMENT.....	211
Roza Mukhitdinova, Alla Bugayeva, Murat Auyelbek, Guldana Seitova, Aigerim Butobayeva. INTEGRATION OF ENVIRONMENTAL CONTENT INTO NATURAL SCIENCE DISCIPLINES AS A FACTOR IN FORMING STUDENTS' ENVIRONMENTAL COMPETENCE.....	222
Akniyet Orazkhan, Nurdaulet Shynarbek, Arkhat Baimukhanov. COUNTERINTUITIVE PROBABILITY TASKS IN PRESERVICE MATHEMATICS TEACHER EDUCATION: REASONING, MISCONCEPTIONS, AND RESPONSES TO STUDENT ERROR.....	231
Битемирова Алия, Туймебаева Гулимжан, Шаграева Бибигуль, Қылышбаева Гулнар. АРАЛАС ОҚЫТУ ЖАҒДАЙЫНДА ХИМИЯ ПӘНІ МҰҒАЛІМІНІҢ КӨПТІЛДІЛІК ҚҰЗІРЕТТІЛІГІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЖОЛДАРЫ.....	248
Жанар Мұқаш, Гулжайнар Мәден, Дина Бакранова. ФОТОРЕЗИСТОРДЫҢ ЖАРЫҚ ҚАРҚЫНДЫЛЫҒЫНА ТӘУЕЛДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ НЕГІЗІНДЕ STEM-БАҒЫТТАЛҒАН ОҚЫТУ МОДЕЛІН ӨЗІРЛЕУ.....	266

FTAMP 14.25.05

DOI: <https://doi.org/10.47344/z27m0q54>Шаттыгүл Ерхожина¹, Аружан Ыдырыс^{2*}^{1,2}SDU University, Қаскелең, Қазақстан*e-mail: ydrysaruzhan27@gmail.com

САБАҚ ҮДЕРІСІНДЕ ОҚУШЫЛАРДЫҢ АҚЫЛ-ОЙ ӘРЕКЕТІН ДАМУДЫҢ ЖОЛДАРЫ

Андатпа. Мақалада сабақ үдерісінде оқушылардың ақыл-ой әрекетін дамытудың маңызы қарастырылған. Оқушылардың танымдық белсенділігін арттыру арқылы олардың ойлау дағдылары, дербес білім алу қабілеті және функционалдық сауаттылығын қалыптастыру мәселесі жан-жақты талқыланды. Оқыту үдерісіндегі оқушының ақыл-ой әрекетін зерттеген ғалымдар еңбектері сараланып, олардың «ақыл-ой» туралы анықтамалары мен тұжырымдары жіктеле қарастырылды. М.И. Махмутов, П.Я. Гальперин, Л.В. Занков, Г.И. Шукина және Ж.-Ж. Руссо сынды ғалымдардың теориялық көзқарастары салыстырылып, олардың сабақта қолданылу мүмкіндіктері талданды. Ойлау түрлеріне тоқталып, олардың бір-бірінен айырмашылықтары теориялық тұрғыдан түсіндіріліп, оларды дамытудың жолдары практикалық тапсырмалармен байланысты қарастырылды. Олардың нәтижесі талқыланды. Ақыл-ой әрекетін дамыту сабақ мазмұнын терең меңгеруге, талдау, салыстыру және қорытынды жасау қабілеттерін жетілдіруге ықпал ететіні жаттығу-тапсырмалар арқылы дәлелденді. Сондай-ақ, «графикалық диктант», «Ақпараттық органайзер», «Үш пазл – үш сұрақ», «Жемісті аршы» әдістері оқушылардың танымдық белсенділігін арттыруға, ойлау дағдыларын қалыптастыруға және сөздің тура және ауыспалы мағыналарын саналы меңгеруге бағытталған тиімді әдістемелік тәсіл ретінде ұсынылды. Жалпы оқушының ақыл-ой әрекетін дамыту мәселесі қазақ тілінен грамматикалық ақпараттарды меңгерту кезінде оқу-танымдық дағдыларды дамытумен қатар психологиямен байланысты талданды.

Түйін сөздер: ақыл-ой, логикалық ойлау, абстрактілі ойлау, индуктивті, дедуктивті

Кіріспе

Қазіргі білім беру жүйесінің басты мақсаты – тек қана білім беру емес, сонымен қатар оқушының ақыл-ой әрекеті арқылы жан-жақты дамуына ықпал ету. Сабақ барысында оқушылардың ақыл-ой қабілеттерін жетілдіру – білімді сапалы меңгерудің, дербес ойлау мен шығармашылықты қалыптастырудың басты жолы. Ойлау – бұл заттар мен құбылыстар арасындағы табиғи байланыстар мен қатынастарды бейнелейтін психикалық әрекет. Ойлау ми қыртысында жүзеге асатын психикалық процесс болғанымен, ол табиғаты жағынан әлеуметтік. “Ойлау дегеніміз – белгілі бір дәрежедегі мидың дамуы нәтижесі”. “Ойлау – мидың желісі”. Ми жануарларда да бар. Одан адам миының ерекшелігі – өмір сүрген ортасы, онымен қарым-қатынасы бар. Яғни, ойлау – қарым-қатынас нәтижесі. Ол үшін ата-аналар мен мектеп мұғалімдері балаларды дұрыс ойлай білуге үйрету, дағдыландыру қажет [1, 58].

Ойлау – таным үдерісіндегі күрделі құбылыс, ал таным дегеніміз – бұл үнемі жүретін үдеріс. Ол білмеуден білуге қарай бағытталған ой қимылының адамның санасында бейнеленуі болса, ойлау – адамның ми қызметінің жемісі. Ол – барлық адамдарға тән ұғым. Француз жазушысы Жан-Жак Руссо «Эмиль немесе тәрбие туралы» деген романында ақыл-ой еңбегіне ерекше көңіл бөлді. Жан-Жак Руссо ақыл-ойды дамыту, дербес ойлау, түсіну арқылы білім алу үдерістерін ерекше қолдайды. Оның ойынша, балаға дайын білімді беру емес, өз бетімен ойлауға үйрету – тәрбиенің басты мақсаты. Тәрбиеші шәкіртін астрономия мен географияға үйреткенде, оған дайын білімді жай ғана айтып бермейді, керісінше, білімді өз бетімен іздеп табуына жағдай жасайды. Руссоның ойынша, балалармен сөйлескенде сөз

арқылы емес, әрекет арқылы үйреткен дұрыс; ал сөзбен түсіндіру – тек іс-әрекет мүмкін болмаған жағдайда ғана қолданылуы керек. Мысалы, Эмильге тұсбағар (бағыттарды) үйрету үшін тәрбиеші оны әдейі орманға апарып адастырады, сонда ол өзі жол іздеуге мәжбүр болады. Осындай жолмен өзі ашқан жаңалықтар Эмильге ерекше қуаныш сыйлайды [2,11]. Жан-Жак Руссоның тұжырымдары оқыту барысында оқушыға дайын ақпарат беруден гөрі, оны өз бетімен ізденуге және ой қорытуға бағыттаудың маңызын көрсетеді. Сондықтан білім беру үдерісінде оқушылардың дербес ойлауын дамытып, олардың тәжірибе арқылы тануына жағдай жасау – тиімді оқытудың маңызды шарты болып табылады.

Ақыл-ой тәрбиесінің негізгі тетігі – оқыту үдерісі. Сабақ барысында бірлескен әрекеттер арқылы балалардың ойлау және сөйлеу дағдылары жетіліп, танымдық қызығушылықтары арта түседі. Балалардың оқу әрекеті мәнін түсініп, білім қорын меңгеретін кезеңі сабақ үдерісі екенін ескеретін болсақ, ақыл-ой белсенділігін арттыру, зияткерлік қабілеттер мен дағдыларды дамыту оқытудың басты міндеттерінің бірі болады. М.И.Махмутов: «Оқу-танымдық іс-әрекет – шәкірттің ақыл-ой белсенділігі және оның өз бетінше ізденіп оқуына мүмкіндік беретін әрекеті» [3],- деп қарастырған. Яғни, оқушының ақыл-ой белсенділігі оқу танымдық іс-әрекетте, сабақ үдерісінде жүзеге асатынын көре аламыз. Сабақ үдерісінде оқу материалын терең меңгеру, ойлау операцияларын қалыптастыру, зерделеу мен талдауға негізделген оқу әрекеттері арқылы жүзеге асады. Мұндай танымдық тапсырмалар оқушылардың ақыл-ойын дамытуға жағдай жасап, олардың жан-жақты тұлға болып қалыптасуына ықпал етеді.

Зерттеу әдістері мен материалдары

Педагогикалық тұрғыда, оқушылардың ойлау қабілетін дамытатын білім беру үдерісінің жүйелі және мақсатты түрде ұйымдастырылуы маңызды. Мазмұны терең, әдістемесі тиімді ұйымдастырылған оқу үрдісі оқушылардың танымдық деңгейін арттырады. Сабақта оқушылардың жас ерекшелігіне, бейімділігіне және қабілетіне сай тапсырмалар беріліп отырса, олардың шығармашылық ойлауы мен жеке тұлғалық дамуы нәтижелі қалыптасатынын тәжірибе көрсетіп отыр. Ақыл-ой тәрбиесін жүзеге асыру кезінде мұғалімдер оқушылардың жеке дара ерекшеліктерін назарда ұстаулары қажет.

Ақыл-ой тәрбиесінің ұстанымдарын сабақ үдерісінде қолдану арқылы тағы бір маңызды мақсат айқындалады. Ол – оқушылардың дүниетанымын қалыптастыру болып саналады. Бұл арқылы олар әлемді танып-білуге, табиғат пен қоғам дамуының заңдылықтарын меңгеруге ұмтылады. Ғалым Г.И. Щукинаның анықтауынша оқушының танымдық іс-әрекетін белсендіру – оқу мен оқытудың қалыптасып қалған түрлеріне деген инерцияны жеңуге, мұғалім мен оқушының тиімді бірлескен танымдық іс-әрекеттеріне бағытталған үдеріс. Танымдық іс-әрекет – шәкірттің білімге деген өте белсенді ақыл-ой әрекеті. Оқу, білім алу – адам жеке басының танымдық қызметінің ерекше түрі. Оқи жүріп, білім негіздерін меңгере отырып, олар өздерін қоршаған дүниені таниды. Сабақ үдерістерінде оқушылардың ақыл-ой әрекетін дамыту олардың танымдық белсенділігін қалыптастыру мәселесімен тығыз байланыстылығы айқындала түседі. Бұл жайттарды ғалым О.А. Нилсьонның зерттеу еңбектерінен кездестіруге болады. Танымдық әрекетті ұйымдастыруға қолайлы жайттарды іздестіру проблемалық оқытудың терең зерттеуіне әкелді (М.И. Махмутов, Т. В. Кудрявцев, А.М. Матюшкин, Т. И. Шамова, Г.И. Щукина және т.б.) [4, 294].

Ақыл-ой мен таным процесі оқушының назарын шоғырландыруын, талдау және жинақтау қабілетін, ерік-жігерін дамыту жұмыстарын талап ететіндіктен, оқытудың күрделілік деңгейі жоғары тапсырмалар арқылы жүргізілген жағдайда ғана оқушы белсенді танымдық әрекетке тартылады, білім алуға ынтасы артады. Сонымен бірге жеткілікті көлемде шығармашылық жаттығулар орындатып, ойлау дағдысын дамыта түсудің маңыздылығы жоғары. Яғни үлгерімі жоғары немесе төмен болсын, барлық оқушыны бірдей деңгейде оқу еңбегіне жаттықтыру қажет. Л. В. Занков осыған сәйкес оқытуды жоғары қиындық деңгейде және материалды жоғары қарқынмен оқытуды ұсынды. Осы арқылы оқушының ақыл-ойы дамып, оқу жұмысының тиімділігінің де артатынын дәлелдеген

болатын. Өйткені оқушы алдына қойылған қиындықты жеңіп, өзіне деген сенімділігі артып, жаңа білімді терең әрі саналы түрде меңгере бастайды. Оқытудың бұл әдісі арқылы оқушылар тек білім алып қана қоймай, сонымен қатар өздігінен ой қорытып, шешім қабылдауға үйренеді.

Оқу әрекетінің қалыптасуын зерттеген ғалымдардың бірі – П.Я. Гальперин. Ол білім мен дағдыны тиімді үйрету үшін арнайы теория ұсынды. Бұл – **ақыл-ой әрекетін кезеңдеп қалыптастыру теориясы** деп аталады. Гальперин бұл теорияны шәкірттерімен бірге дамытқан. Бұл ақыл-ойдың алдын ала белгілі жоспар бойынша біртіндеп, сатылап берілген білімді, икемділікті және дағдыны дамытудың жалпы психологиялық негіздерін қарастыратын теория [5]. Оның айтуынша, кез келген оқу материалы немесе әрекет оқушыларға кезең-кезеңімен, яғни белгілі бір тәртіппен берілуі керек. Егер оқушы бірден түсінбей жатса, бұл оның қабілетсіздігі емес, оқытудың дұрыс ұйымдастырылмағанын білдіреді. П. Я. Гальпериннің тұжырымдамасына сәйкес, әрекеттің түрленуін анықтайтын төрт параметр бар. Оларға мыналар жатады: орындау деңгейі, жалпылау дәрежесі, нақты орындалатын операциялардың толықтығы және меңгеру дәрежесі. Бұл параметрлердің алғашқысы – орындау деңгейі – үш түрлі деңгейде жүзеге аса алады: материалдық нысандармен әрекет ету, сыртқы сөйлеу арқылы әрекет ету және ақыл-ойда әрекет ету. Ал қалған үш параметр белгілі бір деңгейде қалыптасқан әрекеттің сапалық сипаттамаларын айқындайды: жалпыланғандығы, ықшамдалғандығы және меңгерілгендігі [6,177]. Бұл сатылар оқушының жаңа білімді немесе дағдыны дұрыс және терең меңгеруіне көмектеседі. П.Я. Гальпериннің ақыл-ой әрекетін кезеңдеп қалыптастыру теориясы – оқушының ойлау қабілетін жүйелі және саналы түрде дамытуға бағытталған ғылыми әдіс. Бұл теория тек білім берудің жолын емес, сонымен қатар ақыл-ойдың қалай дамитынын да түсіндіреді. Оның басты маңызы – оқушыны жай ғана ақпаратты есте сақтауға емес, оны түсініп, саналы түрде қолдануға үйрету. Гальпериннің пікірінше, әрбір әрекет – сыртқы (қимыл немесе затпен жұмыс) түрде басталып, кейін біртіндеп ішкі (ойлау) әрекетке айналады. Бұл дегеніміз – оқушы ойлауды қимыл мен сөйлеу арқылы үйренеді, ал кейін бұл әрекеттер санада автоматтандырылады. Осы үдеріс арқылы абстракт ойлау, логикалық тұжырым жасау, ішкі жоспарлау қабілеті дамиды. Гальперин теориясының ерекшелігі – ақыл-ой әрекетінің дамуын кезеңдерге бөліп, оны әр оқушының даму деңгейіне сай бейімдеуге мүмкіндік беруі. Бұл әсіресе жеке тұлғаға бағытталған білім беруде өте маңызды. Мұғалім әр оқушыны өз мүмкіндігіне қарай жетелей алады.

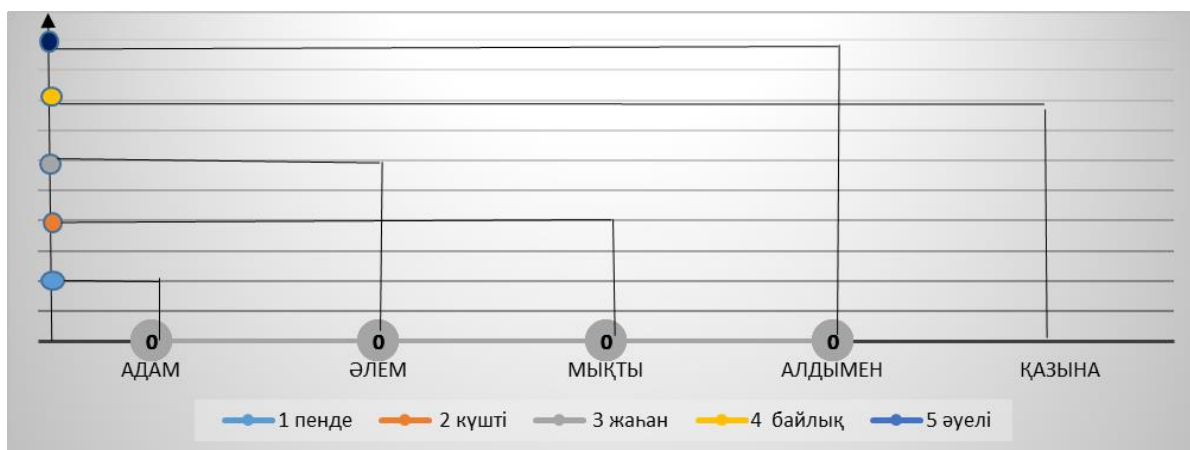
Нәтижелер мен талқылаулар

Оқушылардың танымдық қабілеттерін дамытуда әртүрлі ойлау түрлерінің маңызы ерекше. Сабақ барысында бұл ойлау тәсілдерін жүйелі түрде дамыту оқушылардың білім сапасын арттырып қана қоймай, олардың дербес ойлау дағдыларын қалыптастырады. Ойлаудың бірнеше түрлері бар: нақты логикалық ойлау, абстрактілі ойлау, жинақтай ойлау, индуктивті, дедуктивті ойлау, алгоритмдік ойлау.

Нақты логикалық ойлау оқушылардың заттар мен құбылыстарды көзбен көріп, тікелей қабылдауына негізделеді. Бұл ойлау түрі бастауыш сынып оқушылары үшін өте маңызды, өйткені олар білімді нақты, көрнекі құралдар арқылы жақсы қабылдайды. Сабақта дидактикалық материалдарды пайдалану, тәжірибе көрсету нақты логикалық ойлауды жандандырады. Ал жоғары сынып оқушылары үшін де логикалық ойлаудың маңызы қалай жоғары болса, оны қолданысқа түсіре білудің де сонша күші басым болып келеді. Педагог М.Жұмабаев: «Ойлау – жанның өте бір қиын, терең ісі. Жас балаға тым ауыр. Сондықтан тәрбиеші баланың ойлауын өркендеткенде сақтықпен басқыштап істеу керек» [7.111],- деген өзінің зерттеушілік-тәжірибелік тұжырымын айтқан еді. Автор ойдың терең болуы үшін суреттеулердің көп және ашық болуын маңызды санайды. Бір нәрсені түсіндіруді ауызша жалаң күйінде бергеннен гөрі суреттеулер барынша басым болу керек. Сонда бала пікірді суреттеуден шығарып айта алатынын көрсетеді. Сонымен қабат бала құбылыстарды және оның аралық байланыстарын, себептерін тауып ажыратуға ақыл-ой арқылы дағдыланатынын

айтады. Демек бұл істе сақтықтың керектігі бекер емес. Тұлғаның ойлау әрекетін дамытуда талдау, жинақтау, салыстыру, топтастыру, индукция, дедукция, тұжырымдау секілді логикалық амалдарды тиімді әдістер қолдану арқылы іске асыру маңызды. Яғни сабақ үдерісіндегі нақты логикалық ойлау әрекеті сұрақтарға жауап іздеуден басталып, сатылана келе теориялық, практикалық мәселелердің шешімін табу сөйлеу арқылы іске асырылады. Ересек оқушылардың нақты логикалық ойлауы абстрактылы логикалық ойлауға қарай дамиды. Қазақ тілі пәнінде оқушының ойлау әрекетінің сапалық сипатын анықтау үшін логикалық тапсырма бере отырып, оның диагностикасының сапалық дәрежесін анықтауға болады. Ұсынылған жаттығу тапсырмасын талқылап көрелік.

Тапсырма. Синонимдер қатары графигін құру.



Сурет 1- Графикалық диктант

Пәндік ойлаудың ерекшелігі – тапсырмаларды орындау үстінде нақты, абстрактілі және интуитивті түрде арнайы терминдерді қолдануда. Диктантты тыңдай отырып жазғаннан гөрі графиктік тәсіл арқылы ойлануда ерекшелік маңызға ие. Графикалық жұмыстар кезінде диаграммалар құру, сызбалар сызу, түрлі кестелерді жасау кезінде оқушының ойлау операциясы арқылы пәндік білік дағдылары қалыптастырылады. Сабақ үдерісінде тақырыпты бекітуде, пысықтауда, қорытындылауда, жүйелеуде, тұжырымдауда ақыл-ой әрекеттерінің терең жүзеге асатыны белгілі еді. Логикалық ойлау пәндік ұғымдар, тұжырымдар, ой-пікірлерге негізделетіндіктен, сабақта қалыптан тыс ойланту арқылы зияткерлік және сапалық деңгей көтеріледі.

Абстрактылы логикалық ойлау – жоғары сынып оқушыларына тән, ұғымдар мен теорияларды түсінуге көмектесетін күрделі ойлау қабілеті. Абстрактілі ойлау үдерістер кезінде жоғары дәрежелі ойлау дағдыларын қалыптастыруда қызмет атқарады. Әрекеттер:

- құбылыстарды салыстыру,
- бейнелеп айту,
- мәселені талқылау,
- ұғымдарды түсіну,
- мәселелерді шешу,
- жағдайларды талдау,
- теорияларды құрау,
- тұжырымдық ойлау,
- перспективалық болжам. Демек оқушының талдау, салыстыру, жалпылау, қолдану, тұжырымдау қабілеттерін дамытады.

Тапсырма. Түсіндірілген тақырып бойынша «Ақпараттық органайзер» кестесін толтыру.

1-кесте. «Ақпараттық органайзер»

	Жаңа сабақ материалдары терминдері	Жаңа сабақ материалы бойынша ережелер	Жаңа сабақ бойынша қосымша	Жаңа тақырып бойынша синтез
--	------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------	-----------------------------

			ақпараттар	

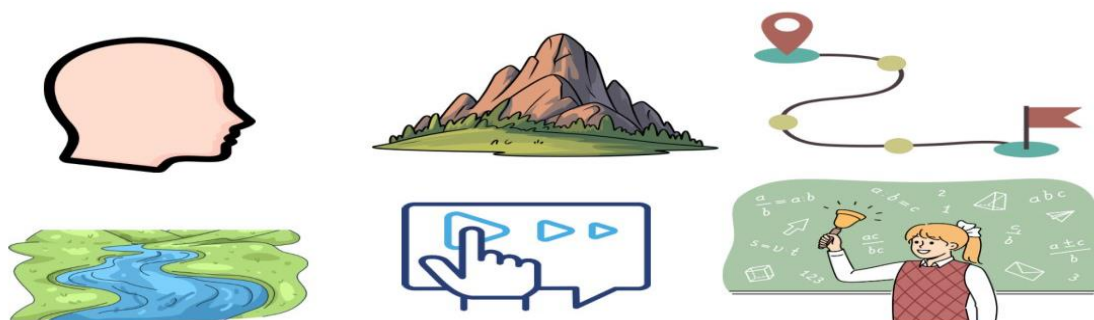
Аталған кестені толтыру барысында оқушының ақыл-ой әрекеті іске қосылады. Оқушының жаңа тақырыпты қаншалықты саналы түрде қабылдай алғаны мен кері байланыс арқылы күрделі ойдың жарыққа шығуы маңызды үдеріс. Бұл тәсілді кез келген сабақта жаңа тақырыпты қорытындылау кезінде, кері байланыс мақсатында орындату тиімді болып келеді. Мұнда оқушы жаңа тақырып бойынша бүкіл меңгергенін ойлау дағдылары мен жазылым әрекеті арқылы қолданысқа түсіреді.

Жинақтай ойлау арқылы оқушылар әртүрлі мәліметтер мен құбылыстарды біріктіріп, ортақ заңдылықты анықтай алады. Мысалы, жаратылыстану пәнінде өсімдіктер мен жануарлардың ортақ белгілерін табу, әдебиет сабағында кейіпкерлерді салыстыру кезінде жинақтай ойлау кеңінен қолданылса, қазақ тілі сабағында грамматикалық ережелерді қолданыс кезінде теориялық білім мен практиканың байланысы туралы ой тұжырымдары іске асырылады. Соның нәтижесінде оқушы ойын таразылап, өзіндік тұжырымдар жасауға бейімделеді. Ақпараттарға анализ жасап, оны міндетті түрде синтездеу жүргізіледі. Сонда сабақты пысықтау, кері байланыс, қорытындылау, оқушы рефлексиясы кезеңдерінде білімгердің нағыз жинақтай ойлау үдерісі дами түседі.

Индуктивті ойлау оқушыларға нақты фактілер мен бақылаулар арқылы жалпы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл әсіресе ғылыми жобаларда, зертханалық жұмыстарда немесе бақылау негізіндегі тапсырмаларда пайдалы. Ол оқушылардың байқағыштығын және зерттеушілік қабілетін арттырады.

Дедуктивті ойлау – оқушыларға белгілі ережелер немесе заңдылықтар негізінде нақты жағдайларды талдауға мүмкіндік береді. Бұл ойлау тәсілі грамматикалық жаттығулар мен тілдік талдаулар орындау барысында өте тиімді. Ол оқушыны жүйелі ойлауға, логикалық дәлдікке тәрбиелейді. Әр құбылысты детальді түрде талқылауға мүмкіндік беретін бұл үдеріс оқушының меңгеруге тиісті мағлұматтарын жеке-жеке талдап түсіну деңгейін дамыта алады.

Алгоритмдік ойлау сабақта мәселені белгілі бір реттілікпен, кезең-кезеңмен шешуді үйретеді. Алгоритмдік ойлау оқушының тәртіппен ойлануына, нақты жоспар құруына және мақсатқа бағытталуына көмектеседі. Осы ойлау түрлері қазақ тілі сабағында да көрініс табады. Оқушылардың нақты логикалық ойлауы мен абстрактілі ойлауын “Сөздің тура және ауыспалы мағыналары” тақырыбында жүзеге асыруға болады. Бұл тақырыпты меңгертуде үш кезеңнен тұратын «Үш пазл – үш сұрақ» тәсілін қолдануды ұсынамыз. Бұл тәсіл оқушылардың танымдық белсенділігін арттыруға және ұғымды саналы түрде игеруіне мүмкіндік береді.



Сурет 2- «Үш пазл – үш сұрақ» тәсіліне қолданатын көрнекілік

Сабақ басында «бас» сөзінің түрлі қолданысын білдіретін суреттер (адамның басы, таудың басы, өзеннің басы, сабақтың басы) ұсынылады және оқушыларға үш бағыттаушы сұрақ қою арқылы сөздердің тура және ауыспалы мағынада жұмсалатыны туралы мағлұматты білуге бағыттау. Ойтүрткі сұрақтары:

1. Суреттен не көріп тұрсыңдар?
2. Бұл суреттердің арасында қандай байланыс бар?
3. Неге?

Суреттердің мәнін анықтау арқылы оқушылардың бұдан әрі не білгілері келетіні туралы ой тастау.

Жаңа тақырып жайлы не білгілерің келеді? (2-сурет)



Сурет 3- Рефлексия

Оқушылар бірінші сұраққа суреттегі заттарды атап, (*бас, тау, өзен, жол, сабақ*) не көріп тұрғандарын айтады. Екінші сұрақта *бас* сөзімен байланысты іздейді. Үшінші сұрақта оқушылар қызығушылық танытып, өз сұрақтарын қалыптастырады, сабақтың тақырыбына логикалық көпір жасалады. Бұл тәсіл арқылы оқушылардың танымдық белсенділіктері артады. Сабақ дайын ережеден басталмай, сурет немесе мысал арқылы ұйымдастырылғандықтан, оқушылар өздігінен ой қорытуға тырысады. Бұл олардың сабаққа қызығушылығын күшейтеді. Осы тәсіл арқылы оқушылардың қандай дағдылары дамиды?

Біріншіден, бұл тәсіл оқушылардың бақылау және нақтылау дағдысын дамытады. Алғашқы сұрақ оқушыларды фактіге сүйеніп жауап беруге үйретеді. Олар болжам жасамай, көргенін атайды. Бұл тілдік талдауда дәлдікке баулиды. Екінші сұрақ арқылы салыстыру және байланысты анықтау қабілеті қалыптасады. Оқушылар бір сөздің әртүрлі нысанға қатысты қолданылуын байқай отырып, мағыналық ұқсастық пен айырмашылықты ажыратады. Бұл кезеңде *аналитикалық ойлау* іске қосылады. Үшіншіден, құбылыстың себеп-салдарын айқындауға күш жұмсайды. Сонан соң оқу мақсатын бірлесіп айқындауға мүмкіндік береді. Оқушылар өз сұрақтарын ұсына отырып, жаңа тақырыптың мазмұнына қызығушылық танытады. Нәтижесінде сабақ мақсаты мұғалім тарапынан ғана емес, оқушы тарапынан да қабылданады. Төртіншіден, *коммуникативтік құзыреттілікті* дамытады. Талқылау барысында білім алушылар өз ойын дәлелдейді, өзге пікірлермен салыстырады және қорытынды жасайды. Бесіншіден, бұл әдіс 5-сынып оқушыларының жас ерекшеліктеріне сәйкес келеді. Көрнекілік, нақты мысал және қысқа бағыттаушы сұрақтар абстрактілі ұғымды біртіндеп түсінуге жағдай жасайды. Термин сабақтың басында емес, оқушылардың байқауы негізінде енгізіледі, бұл ұғымды саналы меңгеруге ықпал етеді.

Нәтижесінде, «Үш пазл – үш сұрақ» тәсілі сөздің тура және ауыспалы мағынасын меңгертуге тиімді әдістемелік құрал болып табылады. Ол оқушылардың бақылау, салыстыру, талдау және сұрақ қою дағдыларын дамыта отырып, теориялық білімді тәжірибелік талдау арқылы қалыптастыруға мүмкіндік береді.

«Үш пазл – үш сұрақ» тәсілі арқылы оқушылар жаңа тақырыппен танысқан соң, тақырыпты бекіту және терең меңгеру үшін «Жемісті аршы» әдісін қолдану тиімді. Бұл әдіс оқу материалын қабат-қабат талдауға негізделген, яғни әр сөздің мағынасын кезең-кезеңімен ашуға мүмкіндік береді.



Сурет 4- Қабатты талдау тәсілі.

Мысал ретінде апельсин жемісін алуға болады. Жемістің әрбір қабаты оқушылардың ойлау деңгейіне сәйкес ақпаратты жүйелеуге және талдауға арналған:

1) Сыртқы қабат – сөздің тура мағынасы

Оқушылар апельсиннің сыртқы қабатына берілген сөздің негізгі, нақты мағынасын жазады. Мысалы, «*бас*» сөзін алсақ: адамның басы. Бұл қабат оқушылардың беткі, көрінетін мағынаны бақылап, нақтылау дағдыларын дамытады.

2) Ішкі қабат – сөздің ауыспалы мағыналары

Екінші қабатқа оқушылар сол сөздің ауыспалы немесе кеңейтілген мағыналарын іздеп, жазады. Мысалы, *таудың басы, өзеннің басы*. Бұл кезеңде оқушылар салыстыру, байланыс табу және мағыналық кеңеюді түсіну дағдыларын меңгереді.

3) Өзегі (дәнегі) – тура мағына мен ауыспалы мағынаның байланысы

Жемістің өзегіне оқушылар тура және ауыспалы мағыналардың арасындағы байланысты жазуы керек: бір сөз әртүрлі нысан мен контексте қолданылса да, негізгі идея немесе ортақ белгіні сақтайды. Бұл кезеңде оқушылар анализ, қорытынды жасау дағдыларын дамытады. Осылайша, «Жемісті аршы» әдісі оқушыларға сөздің мағынасына терең үңіліп, оны бірнеше қабат бойынша талдауға мүмкіндік береді. Ол «Үш пазл – үш сұрақ» тәсілі арқылы сабақтың кіріспесінде туғызылған ой белсенділігін бекітіп, теориялық білімді практикалық тұрғыда қолдануға жағдай жасайды. Бұл тәсіл сөздің мағынасын қабаттап қарастыру арқылы оқушылардың бірнеше маңызды құзыреттіліктерін дамытады. Біріншіден, ойлау дағдылары дамиды. Оқушылар сөздің мағынасын салыстырады, айырмашылығын табады, байланысын анықтайды. Мысалы, «*бас*» сөзінің адамға, тауға, өзенге қатысты қолданылуын талдау арқылы олар бір сөздің әртүрлі мағына бере алатынын түсінеді. Екіншіден, сөйлеу және дәлелдеу дағдылары қалыптасады. Талқылау барысында оқушылар өз пікірін айтып, неге олай ойлайтынын түсіндіреді. Бұл олардың ауызша тілін дамытады және өз ойын жүйелі жеткізуге үйретеді. Үшіншіден, сұрақ қою және жауап іздеу дағдысы жетіледі. Оқушылар «Неге бір сөз бірнеше мағына береді?», «Қай кезде тура, қай кезде басқа мағынада қолданылады?» деген сұрақтарға жауап іздейді. Төртіншіден, пәндік білім сапасы артады. Сөздің тура және ауыспалы мағынасын жаттап алынған анықтама ретінде емес, нақты мысал арқылы түсінеді. Нәтижесінде оқушылар ережені саналы түрде меңгереді. Мұндай тәсілдердің 5-сынып оқушыларының ойлау белсенділігін арттырып, сөз мағынасын терең түсінуіне және тілдік білімді өмірлік жағдаятта қолдана алуына мүмкіндік береді. Жинақтай айтқанда, қазіргі білім беру үдерісінде оқушылардың ақыл-ой әрекетін дамыту – сапалы білім берудің негізгі шарты болып табылады. Ойлау қабілетін жетілдіру арқылы оқушы тек дайын ақпаратты қабылдап қана қоймай, оны талдап, салыстырып, өздігінен қорытынды жасай алатын тұлға ретінде қалыптасады. Сондықтан сабақ үдерісін ұйымдастыруда

оқушылардың танымдық белсенділігін арттыратын, дербес ойлауға жетелейтін әдістер мен тәсілдерді қолдану маңызды. Педагогикалық және психологиялық зерттеулерде көрсетілгендей, ақыл-ой әрекеті оқу-танымдық іс-әрекет арқылы дамиды. М.И. Махмутов, П.Я. Гальперин, Л.В. Занков сияқты ғалымдардың еңбектері оқытуды жүйелі ұйымдастыру, қиындық деңгейін біртіндеп арттыру және әрекетті кезеңдеп қалыптастыру арқылы оқушылардың ойлау қабілетін дамытуға болатынын дәлелдейді. Мәселен, Л.В.Занковтың «дамыта оқыту» теориясы бойынша оқыту жоғары қиындық деңгейінде жүргізіледі. Қиындық деңгейіндегі тапсырмалар мен міндеттерді шешуде тиісті шешім табу үшін ұжымдық талқылау, пікір-ұсыныстар және оларды тексеру, қосымша әдебиетке жүгіну, бақылаулар, ізденістер талап етілуі қажет. Бұл оқыту қағидаларында білімнің даяр күйінде берілмеуі маңызды[8.86]. Бұл жағдайда танымдық үдерістерді ойда зерделеу оқушының өзіндік байқауы мен жүргізген сараптамасы негізінде іске асады. Бұл теориялар білімді тек меңгеру емес, ақыл-ой арқылы оны саналы түрде түсіну мен қолдану үдерісіне бағытталған. Оқушылардың танымдық қабілеттерін дамытуда ойлаудың әртүрлі түрлерін жүйелі қолданудың маңызы зор. Нақты логикалық, абстрактілі, жинақтаушы, индуктивті, дедуктивті және алгоритмдік ойлау түрлері сабақ барысында арнайы тапсырмалар арқылы дамытылып отырса, оқушылардың білімді қабылдау және қолдану деңгейі артады, логикалық ойлауы, талдау және қорытынды жасау қабілеттері жетіледі.

Қорытынды

Сабақ үдерісінде оқушының ақыл-ойын дамыту мәселесі – қашанда өзекті мәселе. Ақыл-ой дағдылары ойлаудың қай түрі болмасын, тапсырмалар мен жаттығулар арқылы дамытылып отыратыны жоғарыда дәлелдене түсті. Оқушының нақты логикалық ойлануына бағыт-бағдар беретін тапсырмаларды ұйымдастыру немесе проблемалық сұрақтар мен жағдаяттарды ұсына білу мұғалімнің де дайындығын қажет етеді. Оқушылардың заттар мен құбылыстарды көзбен көріп, тікелей қабылдауына мұғалімнің қолданған иллюстративті, демонстративті көрнекіліктерінің де тигізер әсері зор. Білімгергерлер арасында аудиалдар, визуалдар, кинестетиктер де аралас келеді. Сондықтан олардың ортақ қабылдауына және ақыл-ой әрекетін белсенділікке итермелейтін түйткілдерді табу маңызды келеді.

Мәселен, абстрактілі ойлаудың өзі физикалық түрде байқайтын нәрселердей емес, баланың үлгілерді тануы, идеяларды талдай алуы, берілген ақпаратты синтездеуі, құбылыстардың ерекшелігін тани алуы, ұғымдарды құрастыруы абстрактілі ойлауды қамтиды. Мұндай іс-әрекетке баланы араластыру негізінде оның дерексіз бен нақты ойлау арасындағы тепе-теңдікті айқындауы – психикасы мен үдерістегі іскерлік дағдыларды игеруіне мол мүмкіндік береді.

Қай әдіскердің тәжірибесіне сүйенсек те, олардың ой-пікірлері бір-бірінен алшақтамайды. Өйткені қазіргі оқытудың талаптары мен заңдылықтары жаңашылдықты талап етеді. «...жоғары талаптарға байланысты қарқынды өзгертін білім беру ортасы жағдайында педагогке қойылатын талаптар да өзгереді. Жаңа буын мұғаліміне қойылатын талаптардың басты айырмашылығы – мақсатты бағдарлардың өзгеруі, демек, педагогикалық құралдар да өзгеруі тиіс. Оның қызметі технологияға ие болады, яғни мұғалім жобалық қызметті, проблемалық оқытуды, ақпараттық-коммуникациялық технологияларды ұйымдастыру дағдыларын басшылыққа алуы керек. Қазіргі мұғалімнің басты мақсаты – жаңа білім беру емес, білімгерлерді іздеуге ынталандыру, өйткені өздігінен алынған білім дайын түрде берілгендермен салыстырғанда анағұрлым берік»[9.24], дейді әдіскер – Г.О. Абдипаттаева «XXI ғасырдың білім беру жүйесінде жетекші үрдістер» атты мақаласында. Демек, оқушыға дайын біліммен емес, ізденімдік, ақыл-ой әрекетін іске қосатын, білімді саналы түрде меңгеруге итермелеу маңызды. Осы тұрғыда мақалада ұсынылған тәсілдер оқушылардың танымдық белсенділігін арттыруға, оқу материалын жеңіл әрі терең ұғынуға, олардың ойлау әрекеттерінің жандануына мүмкіндік береді деп айта аламыз. Бұл тәсілдер арқылы оқушылар бақылау, салыстыру, талдау, сұрақ қою және өз ойын дәлелдеу сияқты маңызды дағдыларды дамытады. Сонымен қатар, көрнекілік пен кезеңдік талдау әдістері әр

сынып оқушыларының жас ерекшеліктеріне сәйкес келіп, теориялық білімді тәжірибемен ұштастыруға жағдай жасайды. Осылайша, сабақ барысында оқушылардың алдын ала білімін анықтап, жаңа тақырыпты соған сүйене отырып меңгерту олардың оқу үдерісіне белсенді қатысуына ықпал етеді. Оқушылардың құбылыстарды, үдерістерді дұрыс түсініп, оларға анализ жасауға оқу-танымдық тұрғыдан дағдыларының дамуына әсері мол және олардың ақыл-ой әрекеті дамып, танымдық қызығушылығы артады, нәтижесінде олар білімді терең әрі саналы түрде меңгере алады. Мұғалімнің оқыту әдістерін тиімді ұйымдастыруы оның әдістемелік шеберлігінің кәсіби жағының жүйелілігін көрсетеді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 Әбенбаев С., Әбиев Ж. Педагогика: Оқу құралы. – Астана: Фолиант, 2009. – 336 б.
- 2 Педагогические сочинения: В 2-х т. Том 1. Эмиль, или О воспитании. /Под ред. Г. Н. Джибладзе; сост. А. Н. Джуринский. — М.: Педагогика, 1981. — 656 с. — (Пед. б-ка).
- 3 Махмутов М.И. Теория и практика проблемного обучения. – Казань, 1972. – 365 с.
- 4 Педагогика:оқулық/ Таубаева, Ш. Т., Иманбаева С.Т.,Берикханова А.Е. - Алматы : ОНОН, 2017. - 340 б.
- 5 Жантану атауларының түсіндірме сөздігі. — Алматы: "Сөздік-Словарь", 2006. - 24-бет. [ISBN 9965-409-98-6](#)
- 6 Психология детства. Учебник. Под редакцией члена-корреспондента РАО А. А. Реана – СПб.: «прайм-ЕВРО-ЗНАК», 2003 — 368 с.
- 7 М.Жұмабаев. Шығармалары 2-том Алматы, “Жазушы”, 2013.
- 8 Занков Л.В. Дидактика и жизнь. /Л.В.Занков.- М.:Просвещение,1968.- 176 с.
- 9 Г.О. Абдипаттаева . XXI ғасырдың білім беру жүйесінде жетекші үрдістер. «XXI ғасыр дағдылары: білім берудегі жаңа тенденциялар! Ғылыми Конференция жинағы. 2022.

References

- 1 Äbenbaev S., Äbiev J. Pedagogika: Oqu qūraly. – Astana: Foliant,2009. – 336 b.
- 2 Pedagogicheskie sochinenija: V 2-h t. Tom 1. Jemil', ili O vospitanii. /Pod red. G. N. Dzhibladze; sost. A. N. Dzhurinskij. — M.: Pedagogika, 1981. — 656 s. - (Ped. b-ka).
- 3 Mahmutov M.I. Teorija i praktika problemnogo obuchenija. – Kazan', 1972. – 365 s.
- 4 Pedagogika:oqulyq/ Taubaeva, Ş. T., İmanbaeva S.T.,Berikhanova A.E. - Almaty : ONON, 2017. - 340 b.
- 5 Psihologija detstva. Uchebnik. Pod redakciej chlena-korrespondenta RAO A. A. Reana – SPb.: «prajm-EVRO-ZNAK», 2003 — 368 s.
- 6 Jantanu ataularynyñ tüsındırme sözdıgı. — Almaty:"Sözdık-Slovär", 2006. - 24-bet. ISBN 9965-409-98-6
- 7 M.Jūmabaev. Şyğarmalary 2-tom Almaty, “Jazuşy”, 2013.
- 8 Zankov L.V. Didaktika i zhizn'. /L.V.Zankov.- M.:Prosveshhenie,1968.- 176 s.
- 9 G.O. Abdipattaeva . NHI ğasyrdyñ bılım beru jüiesinde jetekşı ürdister. «XXI ğasyr dağdylary: bılım berudegi jaña tendensialar! Ğylymi Konferensia jinağy. 2022.

Shattygul Yerkhozhina¹, Aruzhan Ydyrys^{2}*

^{1,2}SDU University, Kaskelen, Kazakhstan

*e-mail: ydyrysaruzhan27@gmail.com

WAYS TO DEVELOP STUDENTS' MENTAL ACTIVITY IN THE LEARNING PROCESS

Abstract. The article examines the importance of developing students' cognitive (mental) activity in the teaching process. It provides a comprehensive discussion of enhancing students' thinking skills, independent learning abilities, and functional literacy through increasing their

cognitive engagement. The works of scholars who have studied students' mental activity in the learning process are analyzed, and their definitions and interpretations of "intellect" are systematized. The theoretical perspectives of M. I. Makhmutov, P. Ya. Galperin, L. V. Zankov, G. I. Shchukina, and Jean-Jacques Rousseau are compared, and their applicability in classroom practice is analyzed. Different types of thinking are outlined, their distinctions are explained from a theoretical perspective, and ways of developing them are explored through practical tasks. The results are discussed. It is demonstrated through exercises and tasks that developing cognitive activity contributes to a deeper understanding of lesson content and improves skills such as analysis, comparison, and drawing conclusions. In addition, methods such as "Graphic Dictation," "Information Organizer," "Three Puzzles – Three Questions," and "Peel the Fruit" are proposed as effective methodological tools aimed at enhancing students' cognitive engagement, developing thinking skills, and fostering a conscious understanding of literal and figurative meanings of words. Overall, the development of students' cognitive activity is analyzed in connection with psychology alongside the development of learning and cognitive skills in the process of mastering grammatical knowledge in the Kazakh language.

Keywords: cognition, logical thinking, abstract thinking, inductive, deductive

Шаттыгул Ерхожина¹, Аружан Ыдырыс^{2}*

^{1,2} SDU University, Қаскелен, Қазақстан

*e-mail: ydrysaruzhan27@gmail.com

РАЗВИТИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКЕ

Аннотация. В статье рассматривается значение развития мыслительной деятельности учащихся в процессе урока. Подчеркивается, что повышение познавательной активности обучающихся способствует формированию навыков мышления, способности к самостоятельному обучению и функциональной грамотности. Проанализированы труды ученых, исследовавших мыслительную деятельность учащихся в образовательном процессе, систематизированы их определения и теоретические подходы к понятию «мышление». Проведено сравнительное рассмотрение концепций М.И. Махмутова, П.Я. Гальперина, Л.В. Занкова, Г.И. Щукиной и Ж.-Ж. Руссо, а также определены возможности их применения в учебной практике. Особое внимание уделено видам мышления, их теоретическим различиям и путям развития, которые раскрываются через систему практических заданий. Результаты их применения показывают, что развитие мыслительной деятельности способствует более глубокому усвоению учебного материала, совершенствованию навыков анализа, сравнения и обобщения. Эффективность данных положений подтверждается использованием специальных упражнений и заданий. В статье также предлагаются такие методические приемы, как «графический диктант», «информационный органайзер», «три пазла – три вопроса», «очистка плода», направленные на активизацию познавательной деятельности учащихся, формирование мыслительных навыков и осознанное усвоение прямых и переносных значений слов. В целом проблема развития мыслительной деятельности рассматривается в контексте обучения грамматике казахского языка и анализируется во взаимосвязи с психологическими аспектами учебно-познавательной деятельности.

Ключевые слова: мышление, логическое мышление, абстрактное мышление, индуктивное мышление, дедуктивное мышление

Келін түсті 17 Желтоқсан 2025

IRSTI 14.25.01

DOI: <https://doi.org/10.47344/qy80b679>ABDUR-RAFIU, Jamiu^{1*}, OYETORO, Jamiu Alaka²^{1,2}University of Ilorin, Ilorin, Nigeria*e-mail: abdurrafiu.j@unilorin.edu.ng

ASSESSMENT OF AVAILABILITY AND UTILISABILITY OF INSTRUCTIONAL MEDIA FOR ISLAMIC STUDIES IN IREPO ZONAL DISTRICT, OYO STATE, NIGERIA

Abstract. This study examined the availability and utilisation of instructional media for teaching Islamic Studies in senior secondary schools in Oyo North Senatorial District, Oyo State, Nigeria. A descriptive survey design was adopted. The population comprised 47 secondary schools offering Islamic Studies and 91 teachers across three Local Government Areas. Given the manageable size, a total population sampling approach was used to include all identified teachers. Data were collected using a validated researcher-designed questionnaire with a reliability coefficient of 0.76. Descriptive and inferential statistics were employed. Percentages answered the research questions, while t-test and Analysis of Variance (ANOVA) were used to test three null hypotheses at the 0.05 level of significance using SPSS. Findings revealed that realia and visual media were generally available, whereas textbooks were limited and audio, audio-visual, projection, and ICT-based media were largely inadequate. Teachers frequently used traditional materials such as the Qur'an, Hadith, prayer mats, and textbooks but rarely utilised modern media. School type and teaching experience significantly influenced availability and utilisation, while gender and qualification did not. The study recommends improved provision of modern instructional media and teacher capacity-building initiatives.

Keywords: Instructional media, Islamic Studies, availability, utilisability, secondary schools

Introduction

In Nigeria, education is widely regarded as a key mechanism for achieving social integration, shared national consciousness, and sustainable development (Olokooba, 2021). Within Nigeria's former 6-3-3-4 educational structure, Islamic Studies was recognized as one of the elective subjects offered at both junior and senior secondary school levels (FRN, 2004). However, under the new curriculum launched in 2025 by the Federal Ministry of Education, Religious Studies (Christian Religious Studies/Islamic Studies) are included among the core subjects (NERDC, 2025). At the senior secondary level, the Islamic Studies curriculum is designed to build progressively on concepts introduced earlier. Consequently, the curriculum at both levels encompasses core components such as the Qur'an, Hadith, Fiqh, Tawhid, Tahdhib, Mu'amalat, and Tarikh.

Islamic Studies, as a branch of Religious Studies, is rooted in the principles and teachings of Islam. It was formally incorporated into Nigeria's educational policy in 1977 as part of Moral and Religious Education, with the aim of realizing key national educational objectives outlined in the National Policy on Education (FGN, 1991; Opeloye, 1994). The teaching of Islamic Studies at the secondary school level is particularly important as it equips students with foundational Islamic knowledge and instills Islamic moral values and codes of conduct. The subject encompasses a holistic learning experience that emphasizes the relationship between humans and their Creator, as well as interactions among individuals. In this regard, Islamic Studies serves as a vehicle for moral transformation and comprehensive national development (Adedeji, 2000). Through Islamic Education, learners are introduced to fundamental Islamic principles and provided with the skills necessary to adopt Islam as a complete way of life (Ali & Bagley, 2015). The subject promotes discipline, moral consciousness, and the understanding that knowledge acquisition benefits both worldly life and the hereafter. Consequently, students' behaviors, decisions, and attitudes toward life

and learning are guided by Islamic teachings (Qur'an 3:110), underscoring the subject's vital role in shaping societal values and moral development (Abdulazeez, 2020).

According to Abdur-Rafiu et al. (2022), Islamic Studies focuses on the systematic study of Islamic doctrines and principles and is taught across all levels of education. Like other school subjects, its effective teaching requires appropriate strategies, techniques, and instructional resources. Given that the curriculum content is intended to be applied and internalized, Islamic Studies teachers bear significant responsibility for ensuring that the instructional goals of the subject are achieved.

Teachers occupy a central position in determining the success or failure of any educational system (Abdur-Rafiu, 2014). Through their professional competence, teachers design instructional plans, organize learning activities, and guide students' academic experiences. They play a leading role in implementing educational objectives within schools. The teacher's effectiveness can be examined from multiple perspectives, including professional development, personal attributes, instructional style, teacher-student relationships, and methodological choices. These dimensions highlight the teacher's role as both an agent of personal growth and a catalyst for institutional change (Murati, 2015).

An effective teacher is characterized by strong professional commitment, particularly to core values, principles, and beliefs that shape instructional practices and institutional direction. Such commitment fosters a shared vision and purpose within the educational environment. Effective teachers also demonstrate integrity, self-confidence, and a sustained commitment to continuous self-improvement. These attributes underpin their commitment to students, parents, schools, society, the state, the nation, and the global community (Chenrui, 2020).

Teachers are instrumental in nurturing an inclusive and enlightened culture. Through their professional efforts, they lay the foundation for producing competent professionals and responsible citizens. Beyond parental influence, teachers significantly shape learners' understanding, values, and beliefs, thereby influencing future generations. Given the critical role teachers play in societal development, the profession demands highly capable, intelligent, and dedicated individuals (Masih, 2020). Supporting this view, Adeyemi (2020) found that teachers' qualifications and gender significantly influence teaching styles and students' academic outcomes in junior and senior secondary schools in Nigeria.

Instructional media represent essential channels for curriculum implementation. They consist of carefully designed materials used by teachers and learners to enhance the effectiveness of teaching and learning (Okoji & Olubayo, 2022). Research has consistently shown that students taught with well-selected and appropriately utilized instructional media achieve better learning outcomes than those exposed solely to verbal instruction. Instructional media enhance learners' interest and motivation by presenting concepts in engaging and meaningful ways. Since effective learning depends heavily on sensory engagement, materials that enable students to see and hear concepts reduce perceptual barriers and promote deeper understanding. The use of diverse instructional media also accommodates learners from varied backgrounds and with differing abilities. Such materials support effective learning for both verbally gifted and less verbally inclined students, enabling slow and average learners to engage multiple senses while allowing advanced learners to progress at their own pace and depth (Umar, 2010).

Within the context of Islamic Studies, instructional media refers to the diverse range of materials and tools utilized to enhance the teaching and learning of various Islamic disciplines. These resources span print, electronic, digital and multimedia formats. Notable examples include primary texts such as the Qur'an and Hadith, as well as modern pedagogical tools like textbooks, computers, slides, and projectors (Abdur-Rafiu et al., 2022).

Despite their recognised importance, Arisa et al. (2015) observed that many teachers continue to teach without instructional materials due to unavailability, perceived irrelevance, difficulty in improvisation, challenges in manipulation, or concerns about time consumption. However, the availability and effective use of instructional materials provide learners with concrete learning experiences that enhance understanding and retention. By enabling students to see, touch, and interact with learning objects, instructional materials stimulate interest and facilitate the comprehension of

concepts. Consequently, the availability and proper utilization of instructional resources are crucial for effective curriculum implementation and meaningful learning. Teachers are therefore encouraged to creatively source and develop instructional materials from their local environments to improve teaching and learning outcomes (Gumbi & Bashir, 2021).

In contemporary education, the integration of technology has become essential for effective instruction, including in Islamic Education. The use of modern technologies enhances instructional delivery and supports the achievement of educational objectives in line with current societal demands (Ajmain et al., 2019). Accordingly, teachers are expected to employ all available instructional resources and technologies to facilitate meaningful learning experiences for students (Musuluve & Ronald, 2020).

Statement of the Problem

As earlier highlighted, instructional media play a crucial role in enhancing the effectiveness of teaching and learning. Previous studies have identified several factors responsible for students' poor performance in Islamic Studies, including the use of inappropriate instructional strategies, shortage of qualified teachers, insufficient allocation of instructional time on school timetables, and the lack of relevant instructional materials (Muhammad, 1980; Sarwar, 1984; Salako, 1995). Bukoye (2019) further reported that inadequate use of instructional materials is widespread in many schools, noting that a majority of teachers either fail to recognize the benefits of instructional media in the teaching–learning process or utilize them inappropriately.

This situation has likely motivated researchers to examine the availability and utilization of instructional media across various subjects at both junior and senior secondary school levels, within and beyond Nigeria. For example, Jekayinfa (1998) investigated the effects of instructional materials on students' academic performance in History, while Ojo (1993) evaluated instructional materials in science education. Findings from these studies emphasized the importance of effective utilization of instructional resources in achieving instructional objectives. Similarly, Umar (2010) examined teachers' use of instructional media in the teaching of Islamic Studies in Kano State. Abdul-Raheem (2016) explored the impact of instructional materials on secondary school students' achievement in Social Studies in Ekiti State, while Dhakal (2017) assessed the availability and use of instructional materials in Geography teaching in community secondary schools in Kathmandu District. Olarinde, Fakomogbon, Olabisi, and Adetunde (2017) evaluated instructional resources for teaching Basic Technology in junior secondary schools in Ogbomoso, Nigeria. In addition, Bassey and Amie-Ogan (2019) studied the availability and utilization of instructional materials for effective teaching in public junior secondary schools in Port Harcourt

Metropolis, whereas Obiyo (2019) examined the underutilization of instructional materials in the teaching and learning of Chemistry in Nigerian secondary schools. Ehirim, Iwuchukwu, and Okenyi (2020) investigated the availability and use of instructional materials in Chemistry instruction in secondary schools within a local government area of Imo State, Nigeria. Likewise, Okoji and Olubayo (2021) assessed the availability and utilization of instructional resources for teaching Mathematics to primary school pupils in Ilorin Metropolis.

However, with the exception of Umar's (2010) study, which focused on teachers' utilization of instructional media in Islamic Studies in Kano State, the majority of existing studies have concentrated on subjects such as History, Social Studies, Geography, Sciences, Basic Technology, Chemistry, and Mathematics. To the best knowledge of the present researchers, no empirical study has specifically examined the availability and utilization of instructional media in the teaching of Islamic Studies in Oyo North Senatorial District. Consequently, this identified gap in the literature necessitates the present study, which seeks to address this deficiency and contribute to knowledge in the field.

Purpose of the Study

The main purpose of this study was to assess the availability and utilisabilit of instructional media for teaching Islamic studies in secondary schools in Oyo North Senatorial District. Specifically, the research was designed to:

- a) ascertain the availability of instructional media for teaching Islamic studies in secondary schools in Oyo North Senatorial District as assessed by Islamic Studies teachers;
- b) examine the extent to which Islamic studies teachers utilise instructional media for teaching Islamic studies in secondary schools in Oyo North Senatorial District;
- c) determine differences in teachers' utilisability of the instructional media for teaching Islamic studies in secondary schools in Oyo North Senatorial District based on gender;
- d) determine differences in teachers' utilisability of the instructional media for teaching Islamic Studies in secondary schools in Oyo North Senatorial District based on qualification; and
- e) determine differences in teachers' utilisability of the instructional media for teaching Islamic Studies in secondary schools in Oyo North Senatorial District based on experience.

Research Questions

The following questions were answered in this study:

1. What type of instructional media are available to teachers of Islamic Studies in secondary schools in Oyo North Senatorial District?
2. How often do teachers make use of available instructional media in teaching Islamic Studies at secondary schools in Oyo North Senatorial District?

Research Hypotheses

The following null hypotheses were tested at 0.05 level of significance in this study:

Ho₁: There is no significant difference in the utilisability of instructional media in the teaching Islamic Studies by male and female secondary school teachers in Oyo North Senatorial District

Ho₂: here would be no significant difference in the utilisability of instructional media in the teaching Islamic Studies by qualified and less-qualified secondary school

Ho₃: There would be no significant difference in the utilisability of instructional media in the teaching Islamic Studies by more experienced, experienced and less experienced teachers in Oyo North Senatorial District

Methodology

This study adopted a descriptive survey research design. The target population comprised all senior secondary school Islamic Studies teachers in Oyo North Senatorial District, Oyo State. Public and private senior secondary schools within three selected Local Government Areas in the district were purposively selected to ensure adequate representation of the study population. The study identified 47 secondary schools offering Islamic Studies within the selected Local Government Areas, with a total of 91 teachers across these institutions. Given the manageable size of this group and their specialized expertise, a total population sampling approach was adopted. Consequently, all identified schools and their respective Islamic Studies teachers were included in the research to ensure comprehensive data collection. Furthermore, purposive sampling was employed to select all the Islamic Studies teacher in these institutions. This technique was chosen due to the limited number of specialists in the area and their direct expertise regarding the research subject.

Data for the study were collected using a researcher-developed questionnaire. The instrument consisted of two sections. Section A elicited respondents' demographic and professional information, including gender, academic qualification, teaching experience, and area of specialization. Section B contained items relating to the availability of instructional media and teachers' utilization of such media in the teaching of Islamic Studies at the senior secondary school level. The questionnaire comprised 51 items, and respondents were required to indicate their responses by selecting from the following options: Available (A), Not Available (NA), Often Utilised (OU), Sometimes Utilised (SU), Rarely Utilised (RU), and Not Utilised at All (NU).

The validity of the instrument was established through face and content validation. Copies of the questionnaire were reviewed by experienced Islamic Studies teachers as well as experts in test and measurement for critique, suggestions, and approval. To determine the reliability of the instrument, the test-retest method was employed. Six schools outside the main study sample were selected, and the instrument was administered to twelve Islamic Studies teachers. After a two-week interval, the questionnaire was re-administered to the same respondents. The scores obtained from the two

administrations were correlated using the Pearson Product Moment Correlation coefficient, yielding a reliability index of 0.76, which indicated that the instrument was reliable.

Data collected were analysed using descriptive and inferential statistics. Percentages were used to answer research questions one and two. Research hypotheses one, two, and three were tested using the t-test, while hypothesis four was tested using Analysis of Variance (ANOVA), all at the 0.05 level of significance. The null hypotheses formulated in the study were tested at an alpha level of 0.05 using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS).

Results

The results are presented as follows:

Table 1

Demographic Data of the Respondents involved in the Study Based on School Types

School Types	Frequency	Percentage (%)
Public School	54	59.3%
Private School	37	40.7%
Total	91	100.0

Results in the Table 1 shows that out of 91 respondents sampled for this study, 54(59.3%) of the respondents were sampled from government owned schools in Oyo North Senatorial District while 37(40.7%) of the respondents were sampled from private schools in Oyo North Senatorial District secondary schools in Oyo State, Nigeria. This implies that majority of the respondents involved in this study were sampled from government owned schools in Oyo North Senatorial District.

Table 2

Demographic Data of the Respondents involved in the Study Based on Gender

Gender	Frequency	Percentage (%)
Male	55	60.4%
Female	36	39.6%
Total	91	100.0

Results in the Table 2 indicates that out of 91 respondents sampled for this study, 55(60.4%) of the respondents were male while 36(39.6%) of the respondents were female. This implies that male respondents 55(60.4%) were majority of the respondents sampled for this study.

Table 3

Demographic Data of the Respondents involved in the Study Based on Years of Experiences

Years of Experiences	Frequency	Percentage (%)
1-5 Years	50	54.9%
6-10 Years	28	30.8%
11 Years and above	13	14.3%
Total	91	100.0

Results in the Table 3 reveals that out of 91 respondents sampled for this study, 50(54.9%) of the respondents had minimum of one year to maximum of 5 years of teaching experiences, 28(30.8%) of the respondents had 6-10 years of teaching experiences accordingly and 13(14.3%) of the respondents had 11 years and above teaching experiences respectively. This implies that majority of the respondents 50(54.9%) sampled for this study had 1-5 years of teaching experiences.

Table 4

Demographic Data of the Respondents involved in the Study Based on Qualifications

Teaching Qualifications	Frequency	Percentage (%)
NCE	41	45.1%
B. Ed.	30	33.0%

B. A. (PGDE)	11	12.1%
M. A.	3	3.3%
M. Ed.	5	5.5%
Ph. D.	1	1.1%
Total	91	100.0

Results in the Table 4 indicates that out of 91 respondents sampled for this study, 41(45.1%) of the respondents had only Nigeria certificate in Education (NCE), 30(33.0%) of the respondents had their first degree in education, 11(12.1%) of the respondents possess first degree and PGDE, only 3(3.3%) are Masters holders, 5(5.5%) of the respondents sampled as far as this study is concerned had second degree in Master of Education and only 1(1.1%) of the sampled respondent has Ph.D.

Answering of Research Questions

Research Question One: What instructional media are available for teaching Islamic Studies in secondary schools in Oyo State North Senatorial District Oyo State?

To answer the research question number 1, the instructional media for teaching Islamic Studies are grouped into realia; visual; audio-visual; textual; and ICT. With regards to the findings of this study, item by item analysis is hereby presented.

Participants' responses on the availability of the recommended instructional media for teaching Islamic Studies under the category of realia are presented in Table 5

Table 5

Availability of the Recommended Instructional Media for Teaching Islamic Studies under Realia Category

Availability of Realia	Available Not Available	Total	Available Not Available	Total	
	VLQ	LQ	SQ		
Copies of the Holy Quran (Arabic Text)	64(70.3)	20(22.0)	7(7.7)	91(100)	
Copies of the Holy Quran (English Translation)	38(41.8)	42(46.2)	11(12.1)	-	91(100)
Copies of the Hadith (Arabic Text)	36(39.5)	45(49.5)	10(11.0)	-	91(100)
Copies of the Hadith (English Text)	32(22.2)	43(47.3)	15(16.5)	1(1.1)	91(100)
Praying Mats	20(22.0)	49(53.8)	17(18.7)	5(5.5)	91(100)
Kettle	25(27.5)	35(38.5)	24(26.4)	7(7.7)	91(100)

Results in Table 5 indicates that nearly all respondents (over 99%) agreed that schools have ample copies of the Quran (both Arabic and English translations) and Hadith collections (Arabic and English). The vast majority of respondents (over 94%) also indicated that schools have prayer mats and containers for performing ablution (kettles). This implies that copies of Holy Quran (Arabic and English text), copies of Hadith (Arabic and English translation), praying mats and container for performing ablution (kettle) are available as instructional resources for teaching Islamic Studies in Irepo Zonal Educational District secondary schools.

More so, twenty-one items were identified as recommended instructional media under the category of visual, the participants' responses on the availability of recommended visuals for teaching Islamic Studies are presented in Table 6.

Table 6

Availability of the Recommended Visual Instructional Media for Teaching Islamic Studies in Oyo North Senatorial District Secondary Schools

Availability of Visual	Available			Not Available	Total
	VLQ	LQ	SQ		
Charts	42(46.2)	20(22.0)	14(15.4)	15(16.5)	91(100)
Diagrams	23(25.3)	34(37.4)	19(20.9)	15(16.5)	91(100)
Maps	26(28.6)	32(35.2)	17(18.7)	18(17.6)	91(100)
Posters	30(33.0)	30(33.0)	9(9.9)	22(24.2)	91(100)
Flash cards	19(20.9)	32(35.2)	8(8.8)	23(26.3)	91(100)
Flip charts	44(48.4)	15(16.5)	9(9.9)	23(26.3)	91(100)
Chalk board	36(35.6)	40(44.0)	13(14.3)	2(2.2)	91(100)
Pictures of the Prophet's Mosque	39(42.9)	31(34.1)	8(8.8)	12(13.2)	91(100)
Pictures Showing Scale	31(34.1)	37(40.7)	8(8.8)	15(16.5)	91(100)
Pictures of Ka'abah	37(40.9)	33(36.3)	11(12.1)	10(11.0)	91(100)
Picture of Pilgrims in Ihram	31(34.1)	35(38.5)	12(13.2)	13(14.3)	91(100)
Chart containing Names of Allah	29(31.9)	40(44.0)	14(15.)	8(8.8)	91(100)
Chart containing 25 Names of Prophets mentioned in the Qur'an	30(33.0)	36(39.6)	6(17.6)	9(9.9)	91(100)
Map of Africa and Middle East	25(27.5)	40(44.0)	10(11.0)	16(17.6)	91(100)
Map of the World showing North Africa, Maghrib and Andalusia	35(38.5)	28(30.8)	9(9.9)	19(20.9)	91(100)
Map of West Africa showing Islamised Areas	31(34.1)	32(35.2)	10(11.0)	19(19.2)	91(100)
Map showing the way Islam spread and became firmly established in West Africa	28(30.8)	35(38.5)	10(11.0)	18(19.2)	91(100)
Picture of the cave of Hira	36(39.6)	29(31.9)	13(14.3)	13(14.3)	91(100)
Picture of the Islamic style of dress (Hijab)	29(31.6)	36(39.6)	9(9.9)	17(18.3)	91(100)
Photograph of a wedding ceremony	39(40.7)	29(31.9)	10(11.0)	15(16.5)	91(100)

according to
Shari'ah

Picture of some Muslim Institutions of higher learning	38(41.8)	28(30.8)	13(14.3)	12(13.2)	91(100)
---	----------	----------	----------	----------	---------

Results in Table 6, indicate that:

- i. **Mostly Available:** Charts, diagrams, maps, posters, flash cards, flip charts, chalkboards, pictures of the Prophet's mosque, pictures showing scale, pictures of the Kaaba, pictures of pilgrims in Ihram, charts with names of Allah and the Prophet (mentioned in Quran), most regional maps (Africa & Middle East, World - North Africa, West Africa - Islamic areas), pictures of the cave of Hira, pictures of Islamic dress (Hijab), photographs of Islamic weddings, pictures of Muslim universities. (over 75% of respondents agreed on availability)
- ii. **Somewhat Available:** Pictures with historical context (13-17% disagreed on availability for some historical picture types)

This implies that a wide variety of visual teaching materials are available in most schools for Islamic Studies classes.

However, Participants' responses on the availability of textual materials for teaching of Islamic Studies by Islamic Studies teachers in the Oyo North Senatorial District secondary schools of North Senatorial of Oyo State, Nigeria. Given under on the textual materials as an instructional media for the teaching of Islamic Studies by the Islamic Studies teachers as far as this study is concerned, there are four textual materials. The statistics of the respondents are summarized and presented in Table 7

Table 7

Availability of Textual Materials as Instructional Media for the Teaching of Islamic Studies in Oyo North Senatorial District Secondary Schools

Availability of Textual	Available			Not Available	Total
	VLQ	LQ	SQ		
Textbooks	2(2.2)	15(16.5)	62(68.2)	12(13.2)	91(100)
Islamic magazine	8(8.8)	12(13.2)	44(48.4)	27(29.7)	91(100)
Islamic newspaper	11(12.1)	10(11.0)	32(35.2)	38(41.8)	91(100)

The results in Table 7, show that:

i. Islamic Studies Textbooks:

- Very few schools (2%) have a large quantity of textbooks.
- Most schools (68%) have a small quantity of textbooks.
- A significant number of schools (13%) lack textbooks entirely.

ii. Islamic Magazines:

- Similar to textbooks, very few schools (9%) have a large quantity of Islamic magazines.
- Almost half (48%) have a small quantity.
- Nearly a third (29%) lack Islamic magazines altogether.

iii. Islamic Newspapers:

- Fewer schools have a large quantity of Islamic newspapers (12%).
- A moderate number (35%) have a small quantity.
- Over 40% (42%) lack Islamic newspapers completely.

This implies that there is a shortage of Islamic Studies reading materials (textbooks, magazines, newspapers) in many schools across the district.

Furthermore, participants' responses on the availability of audio instructional media for teaching Islamic Studies in the Oyo North Senatorial District secondary schools of Oyo State, Nigeria are presented in Table 8.

Table 8

Availability of Electronic Audio Materials as Instructional Media for the Teaching of Islamic Studies in Oyo North Senatorial District Secondary Schools

Availability of Electronic Audio	Available			Not Available	Total
	VLQ	LQ	SQ		
Radio	-	-	11(12.1)	80(87.9)	91(100)
Audio tape recorder	-	3 (3.3)	9(9.9)	79(86.8)	91(100)
CD player	-	-	10(10.9)	81(89.1)	91(100)
Recorder player	-	-	14(15.4)	77(84.6)	91(100)
Mp3 player	-	-	15(16.5)	76(83.5)	91(100)

The results in Table 8, revealed only a very small number of schools (12%) have radios, even in limited quantities. Similar to radios, very few schools (less than 10%) have audio tape recorders available. Just a small fraction of schools (around 11%) have CD players. The situation is similar for recorder players, with only a small minority (around 15%) of schools having them. A small number of schools (around 16%) have MP3 players, but most lack them entirely.

More so, participants' responses on the availability of audio-visuals instructional media for the teaching of Islamic Studies in Oyo North Senatorial District secondary schools of Oyo State, Nigeria are presented in Table 9.

Table 9

Availability of Electronic Audio-Visual Instructional Media for Teaching of Islamic Studies in Oyo North Senatorial District Secondary Schools

Availability of Electronic Audio-Visual	Available			Not Available	Total
	VLQ	LQ	SQ		
Video player	-	-	18(19.8)	73(80.2)	91(100)
DVD payer	-	-	22(24.2)	69(75.8)	91(100)
VCD	-	-	16(17.6)	81(87.9)	91(100)
Television	-	-	14(15.4)	77(84.6)	91(100)

The results in Table 9, revealed that only a small portion of schools (around 20%) have video players, with the majority lacking them entirely. A small number of schools (around 24%) have DVD players, but most schools do not. The situation is similar for VCD players, with a small minority (around 18%) of schools having them. Just a small number of schools (around 15%) have televisions, while most lack them. This implies that electronic audio-visual media are lacked in most schools:

Participants' responses on the availability of ICT instructional media for the teaching of Islamic Studies in Oyo North Senatorial District secondary schools of Oyo State, Nigeria. Under this, there are five items on electronic visuals sampled for this study. The statistics of the respondents are summarized and presented in Table 10.

Table 10

Availability of Electronic Visual Instructional Media for Teaching of Islamic Studies in Oyo North Senatorial District Secondary Schools

Availability of Electronic Visual	Available			Not Available	Total
	VLQ	LQ	SQ		
Opaque Projector	-	-	10(10.9)	81(89.1)	91(100)

Overhead Projector	-	-	10(10.9)	81(89.1)	91(100)
Closed circuit Tv	-	-	10(10.9)	81(89.1)	91(100)
Film strip Projector	-	-	10(10.9)	81(89.1)	91(100)
16mm Projector	-	-	10(10.9)	81(89.1)	91(100)

The results in Table 10 revealed that only a small number of schools (around 11%) have any type of projector (opaque, overhead, CCTV, film strip, or 16mm) available, even in limited quantities. The vast majority (89%) lack projectors entirely. This implies that most schools in this district have very few resources that use projection technology to enhance Islamic Studies instruction.

Participants' responses on the availability of ICT media as an instructional media for the teaching of Islamic Studies by Islamic Studies teachers in the Irepo educational district of Oyo State, Nigeria. Under this, there are five items on ICT media sampled for this study. The statistics of the respondents are summarized and presented in Table 11.

Table 11

Availability of ICT Instructional Media for Teaching of Islamic Studies in Oyo North Senatorial District Secondary Schools

Availability of ICT	Available			Not Available	Total
	VLQ	LQ	SQ		
Computers	-	-	4(4.4)	87(95.6)	91(100)
Internet	-	-	6(6.6)	85(93.4)	91(100)
Mp3	-	-	7(7.7)	84(92.3)	91(100)
Digital Cameras	-	-	15(16.5)	76(83.5)	91(100)
Multi-media	-	-	13(14.3)	78(85.7)	91(100)
Projector					

The results in Table 11 show that very few schools (around 4%) have computers available for Islamic Studies instruction. The vast majority of schools (over 93%) lack internet access. Similar to internet access, most schools (over 92%) do not have MP3 players. Only a small number of schools (around 16%) have digital cameras. A small minority of schools (around 14%) have multimedia projectors. This implies that schools in this district have very few technological resources that could be used to enhance Islamic Studies instruction.

Research Question Two: How often do Islamic Studies teachers make use of available instructional media in teaching Islamic Studies at secondary schools in Oyo North Senatorial District, Nigeria?

Participants' responses on the how often Islamic Studies teachers make use of available instructional media of realia resources for teaching of Islamic Studies by Islamic Studies teachers in the Oyo North Senatorial District secondary schools are presented in Table 12

Table 12

Usability of Realia Instructional Media for Teaching of Islamic Studies in Oyo North Senatorial District Secondary Schools

Utilisation of Realia	Utilisation of Realia Resources				Total
	Not Used				
	Often	Sometimes	Rarely		
Copies of the Holy Quran (Arabic Text)	57(62.6)	31(34.1)	1(1.1)	2(2.2)	(100)
Copies of the Holy Quran (English Translation)	42(46.2)	46(50.5)	2(2.2)	1(1.1)	1(100)
Copies of the Hadith (Arabic Text)	6(50.5)	41(45.1)	3(3.3)	1(1.1)	1(100)

Copies of the Hadith (English Text)	31(34.1)	31(34.1)	55(60.4)	5(5.5)	1(100)
Praying Mats	26(28.6)	47(51.6)	14(15.4)	4(4.4)	1(100)
Containers for performing ablution (Kettle)	23(25.3)	49(53.8)	16(17.6)	3(3.3)	1(100)

The results in Table 12 revealed that the highly utilised materials included copies of the Quran and Hadith collections. While kettle and praying mat are commonly used materials. The vast majority of teachers (over 97%) subscribed to the fact that they frequently use copies of the Quran (both Arabic and English translations) and Hadith collections (both Arabic and English) for instruction. A large majority of teachers also regularly use containers for performing ablution (kettles) and praying mats as instructional tools. Over 94% agreed on kettle use, and 95.6% agreed on praying mat use. This implies that teachers heavily rely on core Islamic texts, practical tools, and religious items like praying mats for teaching Islamic Studies.

Participants' responses on the Utilisation of Visual instructional materials for teaching Islamic Studies in Oyo North Senatorial District secondary schools are presented in Table 13.

Table 13

Utilisation of Visual Instructional Media for Teaching of Islamic Studies in Oyo North Senatorial District Secondary Schools

Visual Media	Utilisation of Visual Media				Total
	Often	Sometimes	Rarely	Not Used	
Charts	27(40.7)	29(31.9)	20(22.0)	5(15.5)	91(100)
Diagrams	25(22.0)	43(47.3)	20(22.0)	8(8.8)	91(100)
Maps	34(57.4)	36(39.6)	12(13.2)	9(9.9)	91(100)
Posters	22(24.2)	34(37.4)	14(15.4)	21(23.1)	91(100)
Flash cards	29(31.9)	31(34.1)	7(7.7)	24(26.4)	91(100)
Flip charts	22(24.2)	35(38.5)	13(14.3)	21(23.1)	91(100)
Chalk board	49(53.8)	38(41.8)	3(3.3)	1(1.1)	91(100)
Pictures of the Prophet's mosque	32(35.2)	47(51.6)	5(5.5)	7(7.7)	91(100)
Pictures showing scale	26(28.6)	47(51.6)	8(8.8)	10(11.0)	91(100)
Pictures of <i>Ka'abah</i>	35(38.5)	45(49.5)	3(3.3)	8(8.8)	91(100)
Picture of Pilgrims in <i>Ihram</i>	38(41.8)	39(42.9)	4(4.4)	10(11.0)	91(100)
Chart containing Names of Allah	45(49.5)	28(30.8)	1(1.1)	17(18.7)	91(100)
Chart containing 25 Names of Prophets mentioned in the Qur'an	37(40.6)	42(46.2)	2(2.2)	10(11.0)	91(100)
Map of Africa and Middle East	27(29.7)	45(49.5)	8(8.8)	11(12.1)	91(100)
Map of the World showing North Africa, Maghrib and Andalusia	31(34.1)	39(42.3)	11(12.1)	10(11.0)	91(100)
Map of West Africa showing Islamised Areas	31(34.1)	45(49.5)	6(6.6)	9(9.9)	91(100)
Map showing the way Islam spread and became firmly established in West Africa	25(27.5)	52(57.1)	9(9.9)	5(5.5)	91(100)
Picture of the cave of Hira	31(34.1)	40(49.0)	11(12.1)	9(9.9)	91(100)
Picture of the Islamic style of dress (Hijab)	35(38.5)	42(46.2)	7(7.7)	7(7.7)	91(100)

Photograph of a wedding ceremony according to Shari'ah	35(38.5)	40(44.0)	8(8.8)	8(8.8)	91(100)
Picture of some Muslim Institutions of higher learning.	27(29.7)	46(51.5)	6(6.6)	12(13.2)	91(100)

Results in Table 13 show that the mostly used visual media for teaching Islamic Studies teachers included charts, diagrams, maps, posters, chalkboards, pictures of the Prophet's mosque, pictures showing scale, pictures of the Kaaba, pictures of pilgrims in Ihram, charts with names of Allah and the Prophet (mentioned in Quran), most regional maps (Africa & Middle East, World - North Africa, West Africa - Islamic areas). (over 90% of respondents agreed on use). Flashcards, flipcharts are seldomly used (around 75% agreed on use). While Maps showing the spread of Islam in West Africa are less frequently used (around 80% agreed on use).

Participants' responses on the Utilisation of textual materials for teaching of Islamic Studies by Islamic Studies teachers in Oyo North Senatorial District secondary schools are presented in Table 14.

Table 14

Utilisation of Textual Materials as Instructional Media for Teaching of Islamic Studies in Oyo North Senatorial District Secondary Schools

Textual Media	Utilisation of Textual Media			Not Used	Total
	Often	Sometimes	Rarely		
Textbooks	53(58.2)	35(38.5)	2(12.2)	1(1.1)	91 (100)
Islamic magazine	-	-	5(5.5)	86(94.5)	91 (100)
Islamic newspaper	-	-	5(5.5)	86(94.5)	91 (100)

Table 14 revealed the that nearly all respondents (99%) reported that Islamic Studies textbooks are always used for instruction. A significant majority of respondents (over 90%) indicated that Islamic magazines and newspapers are also used, but less frequently than textbooks. This implies that Islamic Studies textbooks are the primary resource for teachers, while Islamic magazines and newspapers play a supplementary role.

Participants' responses on the Utilisation of electronic audio instructional media for teaching Islamic Studies are presented in Table 15.

Table 15

Utilisation of Electronic Audio as an Instructional Media for Teaching of Islamic Studies in Oyo North Senatorial District Secondary Schools

Electronic Audio Media	Utilisation of Electronic Audio			Total	Total
	Often	Sometimes	Rarely		
Radio	-	-	10(11.0)	81(89.0)	91 (100)
Audio tape recorder	-	-	9(9.9)	82(90.1)	91 (100)
CD player	-	-	8(8.8)	83(91.2)	91 (100)
Recorder player	-	-	9(9.9)	82(90.1)	91 (100)
Mp3 player	-	-	9(9.9)	82(90.1)	91 (100)

Table 15 reveals that the vast majority of respondents (over 89%) indicated that radio, audio tape recorders, CD players, recorder players, and MP3 players are rarely or never used for teaching Islamic Studies. This implies that Islamic Studies teachers in this district seldom use electronic audio equipment for instruction.

Participants' responses on the Utilisation of electronic audio-visuals as an instructional media for the teaching of Islamic are presented in Table 16.

Table 16

Utilisation of Electronic Audio-Visuals as an Instructional Media for Teaching of Islamic Studies in Oyo North Senatorial District Secondary Schools

Electronic Audio Visual	Utilisation of Audio Visual				Total
	Not Used				
	Often	Sometimes	Rarely		
Video Player	-	-	7(7.7)	84(92.3)	91 (100)
DVD Player	-	-	9(9.9)	82(90.1)	91 (100)
VCD	-	-	10(11.0)	81(89.0)	91 (100)
Television	-	-	8(8.8)	83(91.2)	91 (100)

Table 16 shows that the vast majority of respondents (over 89%) indicated that video players, DVD players, VCD players, and televisions are rarely or never used for teaching Islamic Studies. It implies that Islamic Studies teachers in this district seldom use electronic equipment, whether audio or audio-visual, for instruction.

Further still, participants' responses on the utilisation of electronic visuals as instructional media for the teaching of Islamic Studies in Oyo North Senatorial District secondary schools are presented in Table 17.

Table 17

Utilisation of Electronic Visuals as Instructional Media for Teaching of Islamic Studies in Oyo North Senatorial District Secondary Schools

North Senatorial District Secondary Schools					
	Utilisation of Audio Visual				Total
	Not Used				
	Often	Sometimes	Rarely		
Opaque Projector	-	-	6(17.6)	75(82.4)	91 (100)
Overhead Projector	-	-	8(19.8)	73(80.2)	91 (100)
Closed circuit Tv	-	-	21(23.1)	70(76.9)	91 (100)
Film strip Projector	-	-	23(25.3)	68(74.7)	91 (100)
16mm Projector	-	-	22(24.2)	69(75.8)	91 (100)

Table 17 reveals that a significant portion of respondents (over 70%) indicated that opaque projectors, overhead projectors, closed-circuit TVs, film strip projectors, and 16mm projectors are rarely or never used for teaching Islamic Studies. Film strip projectors and 16mm projectors appear to be used even less frequently than other projector types, with over 74% reporting they are never used. This implies that Islamic Studies teachers in this district rarely use projector equipment of any kind for instruction.

Lastly, participants' responses on the Utilisation of ICT as instructional media for teaching Islamic Studies in Oyo North Senatorial District secondary schools are presented in Table 18.

Table 18

Utilisation of ICT Media as an Instructional Media for Teaching of Islamic Studies in Oyo North Senatorial District Secondary Schools

ICT	Utilisation NU				Total
	Often	Sometimes	Rarely		
Computers	-	-	2(2.2)	89(97.8)	91 (100)
Internet	-	-	7(7.7)	84(92.3)	91 (100)
Mp3	-	-	5(5.5)	86(94.5)	91 (100)
Digital Cameras	-	-	9(9.9)	82(90.1)	91 (100)
Multi-media Projector	-	-	15(16.5)	76(83.5)	91 (100)

Table 18 shows that the vast majority of respondents (over 83%) indicated that computers, internet, MP3 players, digital cameras, and multimedia projectors are rarely or never used for teaching Islamic Studies. A small number of respondents (around 5-7%) suggested that some technology resources are occasionally used. It implies that Islamic Studies teachers in this district seldom use technology to enhance their instruction.

Testing of Research Hypotheses

Having examined the demographic data of the respondents involved in the study and research questions, the researcher proceeded to test the null hypothesis 1 and 2 generated using t-test while research hypothesis 3 with the use of ANOVA at 0.05 level of significance

Research Hypothesis 1: There is no difference in the utilisation of instructional media in the teaching Islamic Studies by male and female secondary school teachers in Oyo North Senatorial District

Table 19

t-test Statistics Showing the Difference in the Utilisation of Instructional Media in the Teaching Islamic Studies by Male and Female

Gender	No	Mean	S. D.	Df	t-value	Sig	Remark
Male	55	155.5455	26.6964	89	1.549	.126	Accepted
Female	36	162.4167	26.7458				

*Insignificance at $p > 0.05$

Table 19 shows that the t-value -1.549 is obtained with a p-value of .126 computed at 0.05 alpha levels. Since the p-value of .126 is higher than 0.05 level of significance, the null hypothesis 2 is accepted. Therefore, there is no difference in the utilisation of instructional media in the teaching Islamic Studies by male and female secondary school teachers in the Oyo North Senatorial District of Oyo State, Nigeria ($t_{1-1.549} = .126, p > 0.05$). It could therefore be inferred from the analysis that there is no difference in the utilisation of instructional media in the teaching Islamic Studies by male and female teachers in the Oyo North Senatorial District of Oyo State, Nigeria because both male and female teachers have equal opportunity to the use of available instructional media.

Research Hypothesis 2: There would be no significant difference in the utilisation of instructional media in the teaching Islamic Studies by qualified and less-qualified secondary school

Table 20

t-test Statistics Showing the Difference in the utilisation of Instructional Media in the Teaching Islamic Studies by Qualified and Less-Qualified Teachers

Qualification	No	Mean	S. D.	Df	t-value	Sig	Remark
Qualified	72	157.7500	27.16084	89	.477	.634	Accepted
Less-Qualified	19	154.4211	26.55250				

*Insignificance at $p > 0.05$

Table 20 shows that the t-value .477 is obtained with a p-value of .634 computed at 0.05 alpha levels. Since the p-value of .634 is higher than 0.05 level of significance, the null hypothesis 3 is accepted. Therefore, there is no significant difference in the utilisation of instructional media in the teaching Islamic Studies by qualified and unqualified secondary school teachers in Oyo North Senatorial District of Oyo State, Nigeria ($t_{1.477} = .634, p > 0.05$). It could therefore be inferred from the analysis that there is no significant difference in the utilisation of instructional media in the teaching Islamic Studies by qualified and unqualified secondary school teachers in the Oyo North Senatorial District.

Research Hypothesis 3: There would be no significant difference in the utilisation of instructional media in the teaching Islamic Studies by more experienced, experienced and less experienced teachers in the Oyo North Senatorial District of North Senatorial District of Oyo State, Nigeria

Table 21

ANOVA Results Showing the Analysis of the Significant Difference in the Utilisation of Instructional Media in the Teaching Islamic Studies by More Experienced, Experienced and Less-Experienced Teachers in Oyo North Senatorial District of North Senatorial of Oyo State

Source of Variable	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.	Decision
Between Group	8066.667	2	4034.334	6.210	.000	Ho ₃
Within Group	57166.058	88	649.614			Rejected
Total	65234.725	90				

***Significant P< .05**

Table 21 shows the significant difference in the utilisation of instructional media in the teaching Islamic Studies by more experienced, experienced and less-experienced teachers in the Oyo North Senatorial District with ($F_{88}=.003$, $p<0.05$). It implies that there is significant difference in the utilisation of instructional media in the teaching Islamic Studies by more experienced, experienced and less-experienced secondary school teachers in Oyo North Senatorial District of Oyo State, Nigeria due to the level of vast experiences of the users of those instructional media. **Summary of the Major Findings**

The findings of the study could be summarised as follow:

1. Instructional media under the categories of realia and visuals for teaching Islamic Studies in Oyo North Senatorial District secondary schools are available in a very large quantity. While Islamic textbooks and Magazines are available in a small quantity.
2. Electronic audio media of Radio, Audio tape recorder, CD player, Recorder player, Mp3 player Electronic audio-visual media of video player, DVD player, VCD, television and ICT are not sufficiently available.
3. Teachers often make use of Copies of the Holy Quran (Arabic Text), Copies of the Holy Quran (English Translation), Copies of the Hadith (Arabic Text), Copies of the Hadith (English Text), Praying Mats, Containers for performing ablution (Kettle) and textbooks for teaching Islamic Studies in the Oyo North Senatorial District secondary schools.
4. Teachers rarely use Islamic magazine, Islamic newspaper, Radio, Audio tape recorder, CD player, Recorder player, Mp3 player, Video players, DVD players, VCD, Opaque projector, overhead projector, closed circuit Tv, film strip projector, 16mm projector Computers, Internet, Mp3, digital cameras and multi-media projector as instructional media for teaching Islamic Studies in Oyo North Senatorial District secondary schools.
5. There is difference in the availability of instructional media for teaching Islamic Studies in Oyo North Senatorial District public and private secondary schools.
6. There is no difference in the utilisability of instructional media for teaching Islamic Studies by male and female teachers in Oyo North Senatorial District secondary schools.
7. There is no significant difference in the utilisability of instructional media for teaching Islamic Studies by qualified and unqualified teachers in Oyo North Senatorial District secondary schools.
8. There is significant difference in the utilisation of instructional media for teaching Islamic Studies by more experienced, experienced and less-experienced teachers in Oyo North Senatorial District secondary schools.

Discussion

The findings indicate that instructional media classified as realia and visual materials are generally available in secondary schools in Oyo North Senatorial District, supporting Umar's (2010) report on the availability of such resources for Islamic Studies. However, unlike Umar's findings, the present study established that Islamic Studies textbooks, although available, are insufficient in

quantity. This result extends the observations of Okoji and Olubayo (2021) and aligns with studies that reported shortages of textbooks and print materials, including Islamic magazines and newspapers, as constraints to effective teaching and learning (Tuimur & Chemwei, 2015; Mpigi & Abdur-Rafiu, 2018; Musuluve & Ronald, 2020).

The study further revealed that electronic audio, audio-visual, projection, and ICT-based instructional media are largely inadequate in schools. This finding is consistent with earlier studies which reported limited availability of modern instructional resources in secondary schools (Okobia, 2011; Gumbi & Bashir, 2021). In terms of utilisability, teachers were found to frequently use traditional and readily available materials such as the Qur'an and Hadith texts, prayer mats, ablution containers, and textbooks, indicating a strong reliance on conventional instructional resources central to Islamic Studies. However, instructional media such as Islamic magazines, newspapers, audio and audio-visual devices, projectors, and ICT tools were rarely utilized, largely due to their limited availability. This finding corroborates earlier studies that reported low utilization of audio-visual and technology-based instructional materials (Dhakal, 2017; Okoji & Olubayo, 2021).

The study also revealed a significant difference in the availability of instructional media between public and private secondary schools, possibly reflecting differences in funding and resource management. Conversely, teachers' gender and professional qualifications were found not to significantly influence instructional media utilization, suggesting similar levels of exposure and competence across these categories. However, teaching experience significantly influenced utilization, with more experienced teachers making greater use of instructional media than their less experienced counterparts. This suggests that accumulated teaching experience enhances teachers' confidence and effectiveness in selecting and applying instructional media.

Conclusion and Recommendations

Although the importance of instructional media in teaching and learning process has been stressed over the years by various researchers, the study served as an addition to those researches on the Islamic studies in the teaching and learning process. The study attempted to investigate the availability and utilisation of instructional media for teaching Islamic studies in secondary schools in Oyo North Senatorial District. Based on the findings and discussions, it is concluded that instructional media under realia, visual and textual materials are available for teaching Islamic studies in Oyo North Senatorial District. While Instructional media under audio, audio-visual, projectors and ICT were not available in Oyo North Senatorial District. In addition, teachers' qualification does not influence their use of instructional media for teaching Islamic Studies in Oyo North Senatorial District public and private secondary school. While more experienced and experienced Islamic studies teachers utilise instructional media more than less experienced ones. Based on the findings in this study and the conclusion reached, the following recommendations were made:

1. There is need for the government and proprietors of private schools to provide adequate and enough instructional media to schools. Likewise, other stakeholders like Parent Teachers Association (PTA), Islamic charitable organisations, philanthropists and professional bodies e.g. Nigerian Association of Teachers of Arabic and Islamic Studies (NATAIS) should extend their kind gestures to schools by procuring and donating relevant instructional media to schools. So as to facilitate the teaching-learning process.
2. All the stakeholders involved need to pay special attention to the mass provision of instructional medias under audio, audio-visual, projectors and ICT that were not available for teaching Islamic Studies in Oyo North Senatorial District. Islamic studies teachers should take the responsibility of identifying the unavailable instructional media, prepare the request for the provision of those media and communicate to the principals while the principals should help transmit the request to those concerned (Government, governing council etc.) and help in facilitating their provision to schools.
3. Teachers, irrespective of their qualifications, need to undergo training sessions in terms of workshops, seminars and conferences on the essence of utilisation of instructional media for teaching Islamic Studies particularly on modern trends in instructional media. Islamic Studies

teachers need more experiential exposures on the application of ICTs to teaching and learning of Islamic Studies so as to enhance their skills in utilisation of instructional media while teaching the subject.

4. The experienced Islamic Studies teachers in secondary schools should help tutor and mentor the less experienced ones on how to utilise instructional media appropriately. Likewise, those that are conversant with the modern trends in instructional media matters should be up to the task on the field.

REFERENCES

- AbdulAzeez, M. A. (2020). Impact of Islamic studies curriculum on Islamic school students' moral behaviour in junior secondary schools in Lagos State. *Al-Hikmah Journal of Education*, 7(1), 297–304.
- Abdur-Rafiu, J. (2009). *Secondary school teachers and students' attitudes towards Arabic components of Islamic studies curriculum in Irepo, Oyo State, Nigeria* (Unpublished master's thesis). University of Ilorin, Ilorin, Nigeria.
- Abdur-Rafiu, J., Ajidagba, U. A., & Aliyuu, Y. (2022). Enhancing professionalism in teaching Islamic studies through employment of adequate instructional resources. In I. H. Amzat (Ed.), *Supporting modern teaching in Islamic schools: Pedagogical best practices for teachers* (pp. xx–xx). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003193432>
- Abolade, A. O. (1986). Importance of learning and instructional materials in the Nigerian educational industry. *Journal of Curriculum Studies and Instruction*, 1(1), 1–8.
- Adedeji, A. O. (2006). *Influence of selected teacher variables on biology teachers' perception of evaluation in secondary schools in Ilorin* (Unpublished M.Ed. dissertation). University of Ilorin, Ilorin, Nigeria.
- Adeyemi, B. A. (2020). The influence of teachers' qualifications on teaching styles adopted in the teaching of social studies. *Ideal Journal of Education and Policy Studies*, 6(1), 10–14.
- Ajmain, M. T., Hassan, R., & Zainal, H. (2019). Technology integration in Islamic education: Issues and challenges. *Journal of Islamic Education Research*, 4(2), 55–65.
- Ali, F. M., & Bagley, C. (2015). Islamic education in a multicultural society: The case of a Muslim school in Canada. *Canadian Journal of Education*, 38(4), 1–26.
- Arisa, A. S., Adebayo, O. F., & Fakorede, S. O. (2015). Availability and utilisation of instructional materials in secondary schools. *Journal of Educational Development*, 9(1), 73–82.
- Bukoye, R. O. (2019). Utilisation of instructional materials as tools for effective academic performance of students: Implications for counselling. In *Proceedings of the 2nd Innovative and Creative Education and Teaching International Conference (ICETIC 2018)* (pp. 1–7).
- Chenrui, C. (2020). Role of a teacher in the teaching–learning process. *Voice of Research*, 9(3), 1–3.
- Dhokal, P. (2017). Availability and utilisation of instructional materials in geography teaching in community secondary schools. *International Journal of Geography Education*, 5(2), 22–31.
- Federal Republic of Nigeria. (1977). *National policy on education*. Government Printer.
- Federal Republic of Nigeria. (2004). *National policy on education* (4th ed.). Federal Ministry of Education.
- Gumbi, E. J., & Bashir, A. M. (2021). Instructional materials and quality teaching in secondary schools. *African Journal of Curriculum and Instruction*, 14(2), 88–99.
- Masih, A. (2020). Role of a teacher in the teaching–learning process. *International Journal of Advanced Academic Studies*, 2(4), 44–46.
- Murati, R. (2015). The role of the teacher in the educational process. *The Online Journal of New Horizons in Education*, 5(2), 75–78.
- Musuluve, P. M., & Ronald, O. (2020). Print-based learning media and students' academic achievement. *Journal of Educational Management*, 12(3), 67–78.
- National Educational Research and Development Council. (2006). *Draft 9-year basic education curriculum: Islamic studies for upper basic education*. NERDC Press.
- National Educational Research and Development Council. (2007). *The curriculum of UBE at a*

glance.NERDC Press.

- Okoji, O. O., & Olubayo, M. A. (2021). Assessment of availability and utilisation of instructional resources for teaching primary school pupils' mathematics in Ilorin Metropolis, Nigeria. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, 17(2), 1–12.
- Olokooba, I. N. (2021). Effective utilisation of instructional materials for social studies in upper basic schools in Kwara State. *Anatolian Journal of Education*, 6(1), 167–174.
- Opeloye, M. D. (1994). An assessment of the contribution of Islamiyyah schools to Arabic and Islamic learning in southern Nigeria. *Muslim Education Quarterly*, 2(2), 25–39.
- Sarwar, G. (1984). *Syllabus and guidelines for Islamic teaching*. Muslim Educational Trust.
- Tuimur, H. N., & Chemwei, B. (2015). Availability and use of instructional materials in secondary schools. *International Journal of Education and Practice*, 3(6), 224–234.
- Umar, A. (2010). Teachers' utilisation of instructional media in teaching Islamic studies in Kano State secondary schools. *Journal of Islamic Education Research*, 4(2), 55–65.

Абдур-рафиу, Джамии^{1*}, Ойеторо, Джамии Алака²

^{1,2}Илорин университети, Илорин қаласы, Нигерия

*e-mail: abdurrafiu.j@unilorin.edu.ng

НИГЕРИЯНЫҢ ОЙО ШТАТЫНДАҒЫ ИРЕПО АЙМАҚТЫҚ ОКРУГІНДЕ ИСЛАМТАНУ ПӘНІ БОЙЫНША ОҚУ-ӘДІСТЕМЕЛІК ҚҰРАЛДАРДЫҢ ҚОЛЖЕТІМДІЛІГІ МЕН ПАЙДАЛАНЫЛУ МҮМКІНДІГІН БАҒАЛАУ

Аңдатпа. Бұл зерттеуде Нигерияның Ойо штаты, Ойо Солтүстік сенаторлық округіндегі жоғары сыныптарда исламтану пәнін оқытуға арналған оқу құралдарының қолжетімділігі мен пайдаланылуы зерттелді. Зерттеуде сипаттамалық сауалнама әдісі қолданылды. Зерттеу жиынтығына исламтану пәні оқытылатын 47 орта мектеп және үш жергілікті әкімшілік аумақтағы 91 мұғалім кірді. Қатысушылар саны қолжетімді болғандықтан, барлық анықталған мұғалімдерді қамтитын толық жиынтық іріктеу әдісі пайдаланылды. Деректер зерттеуші әзірлеген, валидтелген сауалнама арқылы жиналды, оның сенімділік коэффициенті – 0,76. Мәліметтерді талдау үшін сипаттамалық және инференциалдық статистика қолданылды. Зерттеу сұрақтарына пайыздық көрсеткіштер арқылы жауап берілді, ал үш нөлдік гипотезаны тексеру үшін 0,05 маңыздылық деңгейінде SPSS бағдарламасы арқылы t-тест және дисперсиялық талдау (ANOVA) жүргізілді. Нәтижелер нақты оқу материалдары (realia) мен көрнекі құралдардың жалпы қолжетімді екенін көрсетті, алайда оқулықтар шектеулі болды, ал аудио, аудиовизуалды, проекциялық және ақпараттық-коммуникациялық технологияларға негізделген құралдар жеткіліксіз деңгейде анықталды. Мұғалімдер Құран, хадис, жайнамаз және оқулықтар сияқты дәстүрлі оқу құралдарын жиі пайдаланғанымен, заманауи құралдарды сирек қолданатыны анықталды. Мектеп түрі мен мұғалімнің еңбек өтілі оқу құралдарының қолжетімділігі мен пайдаланылуына елеулі әсер етті, ал жынысы мен біліктілік деңгейі айтарлықтай ықпал етпеді. Зерттеу заманауи оқу құралдарымен қамтамасыз етуді жақсартуды және мұғалімдердің кәсіби әлеуетін арттыруға бағытталған іс-шараларды күшейтуді ұсынады.

Түйін сөздер: оқу құралдары, исламтану, қолжетімділік, пайдаланылу мүмкіндігі, орта мектептер

Абдур-рафиу, Джамии^{1*}, Ойеторо, Джамии Алака²

^{1,2}Университет Илорина, Илорин, Нигерия

*e-mail: abdurrafiu.j@unilorin.edu.ng

ОЦЕНКА ДОСТУПНОСТИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЧЕБНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ИСЛАМОВЕДЕНИЯ В ЗОНАЛЬНОМ ОКРУГЕ ИРЕПО, ШТАТ ОЙО, НИГЕРИЯ

Аннотация. В данном исследовании изучались доступность и использование учебных средств при преподавании исламоведения в старших классах средних школ Северного сенаторского округа Ойо, штат Ойо, Нигерия. В исследовании был применён описательный метод опроса. Генеральную совокупность составили 47 средних школ, где преподаётся исламоведение, и 91 преподаватель из трёх районов местного самоуправления. В связи с доступным объёмом выборки использовался метод полного охвата, включивший всех выявленных преподавателей. Сбор данных проводился с использованием разработанной исследователями и валидизированной анкеты с коэффициентом надёжности 0,76. Для анализа данных применялись методы описательной и инференциальной статистики. Для ответа на исследовательские вопросы использовались процентные показатели, а для проверки трёх нулевых гипотез применялись t-тест и дисперсионный анализ (ANOVA) при уровне значимости 0,05 с использованием программы SPSS. Результаты показали, что реальные учебные материалы (realia) и визуальные средства обучения в целом были доступны, тогда как количество учебников оказалось ограниченным, а аудио-, аудиовизуальные, проекционные и основанные на информационно-коммуникационных технологиях средства были в значительной степени недостаточными. Преподаватели часто использовали традиционные материалы, такие как Коран, хадисы, молитвенные коврики и учебники, однако редко применяли современные средства обучения. Было установлено, что тип школы и педагогический стаж существенно влияли на доступность и использование учебных средств, тогда как пол и квалификация преподавателей значимого влияния не оказывали. Исследование рекомендует улучшить обеспечение современными учебными средствами и реализовать инициативы по повышению профессиональной компетентности преподавателей.

Ключевые слова: учебные средства, исламоведение, доступность, возможность использования, средние школы

Received 17 December

IRSTI 14.35.00

DOI: <https://doi.org/10.47344/dbnjja27>Zulyar Kavashev^{1*}¹SDU University, Kaskelen, Kazakhstan*e-mail: zulyar.kavashev@sdu.edu.kz

BIBLIOMETRIC EXPLORATION OF TWENTY-FIRST CENTURY SKILLS IN HIGHER EDUCATION USING VOSVIEWER

Abstract. This study explores how 21st century skills have been promoted within higher education between 2015 and 2023, drawing on a systematic literature review and bibliometric analysis. A total of 423 journal articles indexed in Scopus were examined using VOSviewer and SciVal. The review points to the potential of heutagogical approaches, when considered alongside the P21 Framework, to support self-determined learning and to encourage students to take greater ownership of their progress in online settings. These approaches have the potential to position learners as active participants in shaping their own educational pathways. The bibliometric analysis traced publication patterns across disciplines, identified thematic clusters and frequently co-occurring keywords, and mapped patterns of international collaboration. The findings underscore the importance of integrating critical thinking, communication, collaboration, and creativity into online higher education, with practical implications for faculty and curriculum designers, particularly within the context of Kazakhstani universities. Heutagogical strategies informed by the P21 Framework are offered as one way to prepare students for lifelong learning in educational environments that continue to shift and evolve.

Keywords: 21st century skills, heutagogy, P21 Framework, higher education, Kazakhstan

Introduction

Higher education in Kazakhstan has undergone major changes with the adoption of online lifelong learning pathways. These developments include mobile learning, MOOCs, and the emphasis on soft skills (MSHE, 2023). Yet, limited attention has been given to cultivating 21st century skills such as critical thinking, communication, collaboration, and creativity (4Cs) in terms of modern instructional approaches and meaningful technology integration. For instance, online learning platforms foster communication and critical thinking skills among learners in higher education of Kazakhstan (Amangozhayeva & Amangozhayeva, 2025). Kazakhstan pursues interdisciplinary education that emphasizes legal, cultural, and ethical skills (Jalilov et al., 2025), while developing learners' collaboration and communication skills in STEAM education (Mynbayeva, 2025) and fostering a knowledge-based economy through literacy and digital problem-solving skills (Toimbek, 2023). Advancing these skills requires innovative teaching methods and the effective use of technology in higher education.

The framework of the Partnership for 21st Century Skills (P21 Framework) emphasizes that 4Cs are essential components for the education and career advancement of students to navigate the difficulties of the 21st century (Aifan, 2021). Heutagogy, as a paradigm for self-determined learning, underscores the cultivation of 21st century competencies through the use of innovative pedagogical tools (Blaschke, 2012; Yang & Sze, 2021). More specifically, technological skills such as information literacy, media literacy, and technology literacy as well as self-directed skills, responsibility, cultural skills, and social skills are most preferred in various working contexts (Voogt & Roblin, 2012). The COVID-19 pandemic fostered the development of emerging technologies, also known as Education 4.0, and made employers reappraise the importance of competencies and skills within the agenda of sustainability and transformative innovations (Aver et al., 2021; Simeunovic et al., 2022). Consequently, the pandemic revealed that university teaching staff around the world were not ready to effectively implement online teaching and learning strategies to enhance students' skills (Wang & Torrisi-Steele, 2023a). This led to the understanding that learning might happen emergently with no

time for formal preparation of university faculty (Blaschke & Hase, 2016). Therefore, HEIs must first consider the possibilities for faculty development in terms of emphasizing the importance of instructors' agency in incorporating transformational teaching and learning approaches for the development of students' 21st century capabilities (Bali & Caines, 2018).

This research study explores emerging patterns in the development of 21st century capabilities within higher education (2015-2023) through an in-depth review of the literature and bibliometric mapping. Accordingly, the study focuses on the following research question: How can heutagogical approaches and the P21 Framework in higher education promote 21st century skills, and what emerging scholarly trends reveal about their development?

Bibliometrics, as a term, refers to the analysis of quantitative data extracted from various sources of literature (Budd, 1988). The Scopus database was utilized to extract pertinent peer-reviewed literature to answer the research question of this study (Guiling et al., 2022). Furthermore, bibliometric mapping analysis was conducted using VOSviewer bibliometric software to design various network connections to explore emerging occurrences of 21st century skills development (Van Eck & Waltman, 2010). This study attempts to contribute to the recognition of 21st century skills development in higher education and proposes that the HEIs of Kazakhstan implement pedagogical teaching and learning design elements to equip students with the most current 21st century skills.

The remainder of the paper is organized as follows. The next sections present the theoretical framework, systematic literature review and bibliometric mapping, methods, results, and discussion. Finally, the conclusion is drawn in the final section based on the main results of the study, followed by the references.

Theoretical Framework

Heutagogy, rooted in constructivism, provides a framework for developing self-determined learning and innovation skills such as critical thinking, communication, collaboration, and creativity as essential 21st century capabilities in higher education. It seeks to cultivate capable lifelong learners through the use of Education 3.0 and 4.0 technological affordances, such as digital platforms, virtual reality, mobile learning, and automated learning (Blaschke & Hase, 2016). At its core, heutagogy emphasizes a responsible learning paradigm wherein educators serve as content providers while learners collaboratively develop their own knowledge (Hase & Kenyon, 2000).

The P21 Framework highlights the importance of the 4Cs skills and has been applied across higher education at various levels (Borrowski, 2019). Building on this, heutagogical theory supports not only the development of these skills but also promotes learner ownership through self-determined principles, including knowledge sharing, connection, exploration, reflection, collaboration, and creation (Blaschke & Hase, 2016).

Literature Review

The concepts of critical thinking, communication, collaboration, and creativity have been explored through heutagogy and the P21 Framework as pathways to strengthening 21st century capabilities, promoting self-directed online learners, and encouraging active responsibility in digital learning environments.

Building 21st Century Capabilities in Higher Education

The literature increasingly indicates the importance of 21st century skills, particularly the 4Cs in higher education. Studies show that employability and digital skills complement the 4Cs in equipping students for professional careers (Habets et al., 2020; Salem et al., 2022). Empirical evidence suggests that critical thinking and creativity significantly enhance postgraduate problem-solving and performance, while collaborative peer interaction promotes both creativity and motivation within smart classroom environments (Almulla, 2023). Similarly, critical thinking and collaboration links between creativity, digital literacy, algorithmic thinking, and communication among undergraduates (Kocak et al., 2021). Interactive online learning played a key role in strengthening STEM graduate learners' communication skills during the pandemic period (Yoel et al., 2023), while interpersonal skills supported their adaptation and collaboration (Wing On, 2014). In this regard, heutagogical learning in online environments may strengthen employability skills (Blaschke & Hase, 2016).

Research further connects technological advances with collaborative skill development. For instance, gamification projects at a Malaysian university promoted teamwork and problem-solving (Lee et al., 2023), while informal collaboration through social media tools supported lifelong learning consistent with heutagogical principles (Glaister et al., 2024; Hase & Kenyon, 2013). Instructors play a central role as “learning leaders”, fostering learner-centered approaches and transformative engagement (Hase 2014). However, studies note gaps in faculty technological skills, such as LMS use, which can limit learner independence (Devi & Aparna, 2020). Platforms like Moodle and Blackboard have been shown to enhance peer assessment, self-efficacy, and collaborative learning (Loureiro & Gomes, 2023), while LMS affordances support reflection, critical thinking, and digital skills (Spector et al., 2016).

Furthermore, these findings reflect Hase’s (2014) view of learning leaders fostering lifelong learning through innovative teaching. The Assessment and Teaching of 21st Century Skills (ATC21s) project advanced technology-based assessment to strengthen creativity, problem-solving, communication, collaboration, and broader competencies (Bourn, 2018). Heutagogy promotes autonomy and capability through learner-centered, reflective, and non-linear approaches, enhancing self-determined learning among graduate students (Chun & Abdullah, 2023; Wang & Torrisi-Steele, 2023a). Similarly, the P21 Framework highlights project-based collaboration, ICT skills, problem solving, communication, and critical thinking as key 21st century competencies (Aifan, 2021).

Development of Self-determined Learners

The development of learner capabilities in active learning environments is a core aspect of heutagogical design (Blaschke, 2012). Integrating the 4Cs framework into Business English instruction has been shown to foster positive attitudes towards 21st century learning, strengthening creativity, critical thinking, collaboration, and communication capabilities (Aben Ahmed, 2022). Collaborative reflection through online discussion forums has been found to support self-determined learning and professional growth (Canning & Callan, 2010). Evidence also indicates that critical thinking is closely connected to reflective thinking and creativity among undergraduate biology students (Suciati et al., 2022). Game-based learning environments have been shown to strengthen professional development, engagement, and reflexivity through the cultivation of the 4Cs (Bakhsh et al., 2022; Robberts & Van Ryneveld, 2022).

Moreover, digital technologies support skills such as digital literacy, technology literacy, data literacy, soft skills, adaptability, and learning agility (Bennett & McWhorter, 2021, cited in Wang & Torrisi Steele, 2023b). Technological innovation is essential for cultivating self-determined learning in learner-centered online contexts (Blaschke & Hase, 2016). In Malaysian higher education, heutagogical practices, including learner-defined contracts, flexible curricula, negotiated assessment, reflective practice, and collaboration, were found to strengthen human capital through innovative technologies (Tajudin et al., 2020). Flipped learning before and during COVID-19 effectively developed citizenship, critical thinking, and creativity among learners (Latorre Cosculluela et al., 2021). Project-based and blended learning further promoted autonomy, lifelong learning, motivation, and knowledge sharing (Alamri, 2021). Overall, heutagogical environments that value sharing, connection, creation, and reflexivity promote lifelong learning among learners (Blaschke, 2012; Wang & Torrisi Steele, 2023a).

Agency and Responsibility in Online Learning Spaces

Heutagogical learning recognizes learners as responsible agents who make choices about both what they learn and how they approach that learning (Blaschke & Hase, 2016). In this context, responsibility denotes self-directed adult learners (Wang & Torrisi-Steele, 2023b) who actively co-construct knowledge and embrace online lifelong learning (Blaschke, 2012). Instructors, meanwhile, serve as facilitators by providing resources (Wang & Torrisi-Steele, 2023a), while higher education institutions adapt strategies to promote responsible learning within sustainability agendas (Aver et al., 2021). Flipped classrooms enhance graduate students’ lifelong learning, performance, and agency, while also influencing how instructors engage with 21st century skills development (O’Flaherty & Phillips, 2015). Overall, student-centered approaches encourage learners to take

responsibility for their education, fostering self-determined lifelong learning in the development of the 4Cs (Badke, 2012; Blaschke, 2012; Hase & Kenyon, 2000).

In this regard, instructional strategies highlight new aspects of student-centered learning. Heutagogical design in online modes supports the advancement of 21st century capabilities. Moreover, incorporating the 4Cs into Kazakhstani higher education offers opportunities to strengthen skill development. The implementation of transformational approaches in teaching and learning can prepare learners for career advancement and human capital development in the 21st century. By integrating heutagogical principles and applying modern technologies, higher education can promote self-determined learning.

Methods

A bibliometric mapping was conducted by defining a research question, selecting the Scopus database, and applying inclusion and exclusion criteria to extract relevant publications. The results were analyzed within the framework of heutagogical theory and related literature. Publication trends by subject area were examined using Elsevier SciVal, a benchmarking tool for Scopus-indexed outputs (Dresbeck, 2015). This study mapped the main themes and keyword links in research on 21st century skills in higher education, while also highlighting the countries where this work is most concentrated (Van Eck & Waltman, 2010). To get a clearer picture of these patterns, VOSviewer (version 1.6.19) was utilized to create visual maps of the data (Van Eck & Waltman, 2010).

Retrieving Relevant Data

A refined search of Scopus was conducted for the period 2015–2023 using keywords including “21st century skills” and “higher education,” aligned with heutagogical theory and the P21 Framework. Only empirical articles in the English language were considered. The initial search returned 805 records. After applying filters for document type and language, 431 publications remained. These records were then reviewed in Microsoft Excel to identify and remove duplicates, which resulted in five exclusions. The final dataset consisted of 427 publications, which were imported into SciVal and VOSviewer for bibliometric mapping in line with the aims of the study.

Results

A closer examination of the publication data revealed discernible patterns in how 21st century skills have been taken up across academic disciplines. Based on the All-Science Journal Classification (ASJC), the period between 2017 and 2022 emerged as the most productive in terms of research output in this area. As illustrated in Figure 1, higher education institutions appear to be integrating these skills across a broad range of disciplinary contexts. The largest share of publications originated from the Social Sciences, with notable contributions also appearing in Computer Science and Engineering. Smaller but meaningful clusters of work were observed in fields such as Business, Medicine, and Psychology.

The content of the publications indicates a sustained emphasis on competencies such as problem-solving, critical thinking, and digital literacy. These focal areas resonate strongly with the principles of heutagogy and the P21 Framework, both of which advocate for self-determined learning and the cultivation of transferable skills essential for contemporary life (Hase, 2014). At the same time, the pattern of publication activity reflects a broader institutional commitment among universities to preparing graduates for professional practice and to advancing human capital development more generally (Tajudin et al., 2020).

Figure 1

Publication distribution across subject areas

countries comprised 40 nations, which were subsequently organized into five primary clusters, as presented in Table 1.

Table 1

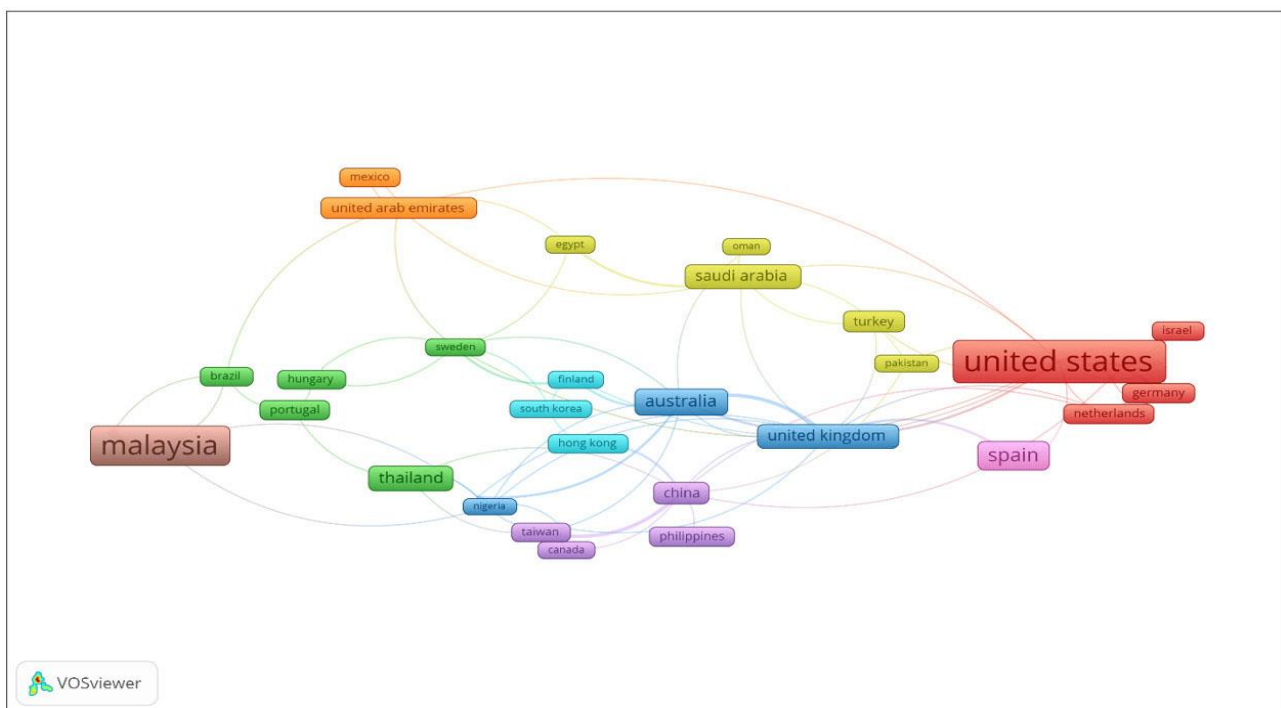
Prominent clusters of countries co-authorship

Cluster	Frame color	Countries
1.	Red	Germany, Israel, Kazakhstan, Netherlands, Russian Federation, Slovenia, Ukraine, and the United States
2.	Green	Brazil, Hungary, Italy, Portugal, Sweden, and Thailand
3.	Blue	Australia, the United Kingdom, Nigeria, South Africa, Ireland, and New Zealand
4.	Yellow	Egypt, Oman, Pakistan, Saudi Arabia, Turkey, and Vietnam
5.	Purple	Canada, China, the Philippines, and Taiwan

Figure 3 presents a visualization of the co-authorship networks among countries contributing to research on 21st century skills in higher education. In the figure, different colors are used to denote cluster membership, while the size of each frame corresponds to the number of publications, with larger frames indicating greater research output.

Figure 3

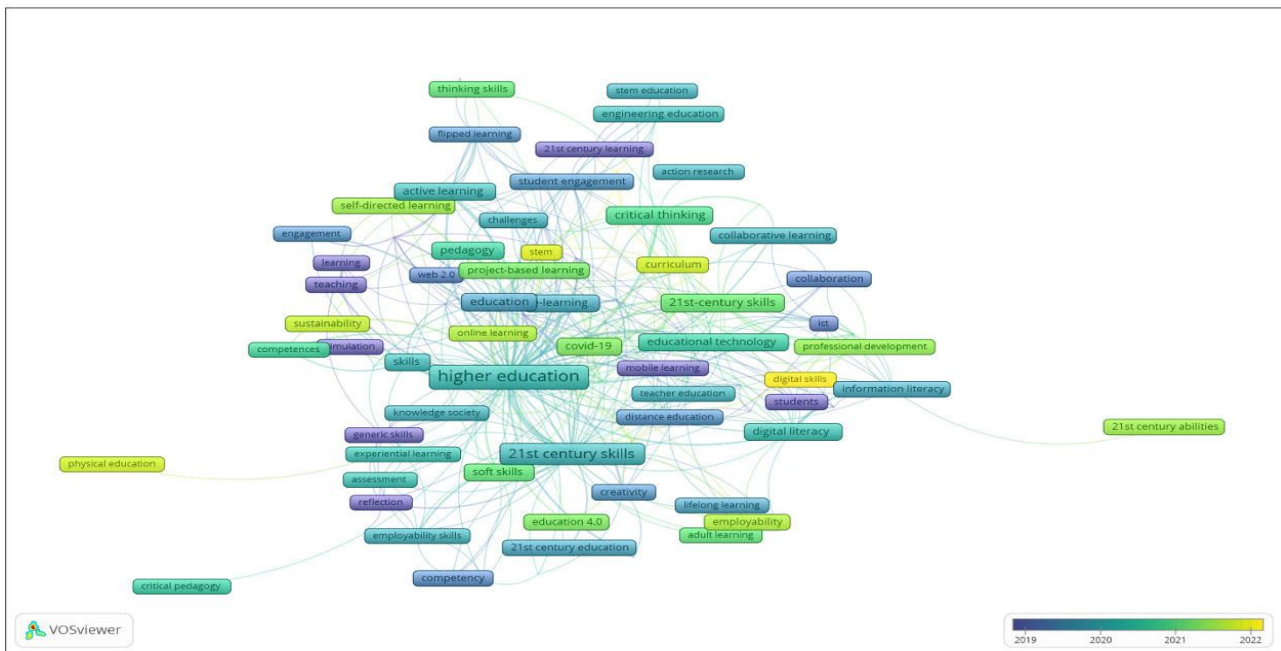
Country co-authorship network analysis



To gain a clearer understanding of the thematic contours within the literature, a keyword analysis was undertaken using VOSviewer, with attention to how authors' chosen terms connect across studies on 21st century skills in higher education. The objective was to identify frequently co-occurring terms and to discern emerging directions in the field (Van Eck & Waltman, 2010). A minimum threshold of three occurrences was applied, reducing the initial pool of 1,399 keywords to 93. For each term, VOSviewer calculated the strength of its co-occurrence links with others, revealing a densely connected network of 92 items. These were subsequently organized into 12 thematic clusters, encompassing areas such as higher education, active learning, sustainable development, technology, student engagement, self-directed learning, and teaching practices.

The most frequent keywords were higher education (171 link strength, 104 occurrences) and 21st century skills (67, 49). Other notable terms included critical thinking of 20 and 15 occurrences, and active learning, which showed 19 and 10. Soft skills revealed 17 and 8, collaboration 10 and 6, creativity 9 and 7, and online learning 9 and 4. Education 4.0 and lifelong learning both had lower values, at 5 link strength with 5 and 4 occurrences respectively. Figure 4 illustrates the network mapping, where colors represent clusters and frame sizes indicate keyword frequency. The visualization also reflects publication activity between 2019 and 2022, showing how research priorities have evolved.

Figure 4
Keyword co-occurrence network visualization



Discussion

This section considers how the findings relate to both heutagogy and the P21 Framework. The spread of publications across different subject areas reflects a mix of disciplinary priorities and individual research interests, suggesting that the data should be interpreted with some caution. That said, the results point to a broader institutional effort within higher education to prepare students with the kinds of competencies that support human capital development (Tajudin et al., 2020). This work is likely to carry on evolving as new technologies emerge and societal needs shift (Blaschke & Hase, 2016).

What comes through clearly is the need for teaching approaches that actively foster 21st century skills. The P21 Framework, with its emphasis on the 4Cs, has already found application in higher education settings (Borrowski, 2019). Heutagogy builds on this by encouraging learners to take greater ownership of their development through self-determined learning (Blaschke & Hase, 2016). At the same time, recent reviews of the literature highlight the growing role of technology in shaping how future professionals are trained, with digital tools increasingly seen as central to competency development (Aver et al., 2021; Simeunovic et al., 2022).

The bibliometric analysis of 21st century skills revealed that while the four core competencies are well established in certain subject areas, they appear less developed in fields such as Business and Management, Mathematics, and Medicine. This uneven distribution raises important questions about how heutagogical principles might be used to create space for embedding the 4Cs across a wider range of disciplines. In light of the research question, bringing together heutagogical approaches with the P21 Framework offers a useful way forward, one that balances learner autonomy with structured competency development to extend skill building into these underrepresented areas. The findings also

point to several critical domains that warrant further attention. These include sustainability (Habets et al., 2020; Wang & Torrisi-Steele, 2023b), digital literacy (Kocak et al., 2021), and the interrelated competencies of critical thinking and problem-solving (Almulla, 2023). Together, these areas appear central to preparing graduates who are not only capable but also self-directed, equipped to navigate complexity and continue learning across the lifespan. Moreover, the evidence underscores the importance of non-linear, student-centered, reflective, and collaborative environments that enable students to strengthen their 21st century skills (Aifan, 2021; Chun & Abdullah, 2025).

The co-occurrence analysis of keywords related to self-determined learners highlighted clusters around themes such as student engagement (Bakhsh et al., 2022), technology (Voogt & Roblin, 2012), sustainable development, active learning (Blaschke, 2012), and self-directed learning (Wang & Torrisi-Steele, 2023b), while less prominent themes included medical education, higher-order thinking, competency, problem-based learning, and Education 4.0. These findings suggest the importance of identifying barriers that may limit a holistic approach to developing self-determined learners. In this regard, this points to the need for empirical studies on how heutagogical practices can be implemented alongside the P21 Framework to strengthen 21st century capabilities in higher education (Aben Ahmed, 2022; Suciati et al., 2022). The literature also points to a range of pedagogical approaches that appear well suited to fostering the kinds of competencies central to both heutagogy and the P21 Framework. Blended learning (Alamri, 2021), along with project-based and flipped learning models (Latorre-Coscolluela et al., 2021), have been shown to support skill development when implemented in environments that prioritize facilitation over direct instruction (Blaschke, 2012). These approaches create room for learner agency while still providing the structure needed to guide meaningful progress.

The analysis of country co-authorship indicated that Malaysia and the United States were among the most productive contributors to research on 21st century skills in higher education, with notable collaboration also observed between the United Kingdom and Australia. These patterns point to the value of examining institutional and national partnerships more closely, particularly in understanding how collaboration between developed and developing countries can support the preparation of active and responsible learners. The keyword co-occurrence analysis further highlighted critical skills such as creativity, soft skills, collaboration, and critical thinking, each closely tied to the development of lifelong learners and to online learning environments shaped by technologies including mobile learning, artificial intelligence, and gamification (Blaschke & Hase, 2016). Active learning emerged as a particularly significant theme, reinforcing earlier studies that positioned it as essential to the cultivation of core competencies (Blaschke, 2012; Canning & Callan, 2010). This emphasis aligns well with both the P21 Framework and heutagogical principles, which foreground learner-driven approaches to education. In contrast, terms such as Education 4.0 and lifelong learning appeared less frequently, which may reflect either limited scholarly attention or their relatively recent emergence as focal areas. Despite their lower visibility in the dataset, both remain central to discussions of self-determined learning practices (Aver et al., 2021; Blaschke & Hase, 2016; Simeunovic et al., 2022). Overall, these findings suggest the need for further exploration into how Education 4.0 and self-determined online lifelong learning intersect in the development of 21st century skills in higher education.

Conclusion

This research reviewed emerging patterns in the development of 21st century skills between 2015 and 2023 through a systematic review and bibliometric exploration. The findings provide interesting insights for Kazakhstani HEIs, showing that 4Cs skills and capabilities can be developed through heutagogical approaches and the P21 Framework in online learning environments.

The results suggest that HEIs in Kazakhstan can strengthen instructional strategies by adopting active and learner-centered practices. Heutagogical design offers a pathway for cultivating self-determined lifelong learners, while the P21 Framework provides a structured model for integrating essential competencies. In this regard, they present a coherent strategy for university faculty, curriculum designers, and academic practitioners who seek to align institutional priorities with global

educational trends and the growing importance of lifelong learning in the age of AI-powered technologies.

This study suggests that combining heutagogical teaching and learning design with the P21 Framework offers a promising foundation for promoting 21st century skills. Emerging technologies and innovative instructional practices have a central role to play in preparing students for the demands of an increasingly digital world. By embedding the four core competencies into online learning environments, universities can create spaces that encourage learner autonomy, responsibility, and adaptability. What makes this contribution distinctive is its integration of bibliometric evidence with heutagogical theory. The resulting framework provides curriculum designers, faculty, and practitioners with a practical reference for cultivating lifelong learners capable of navigating complex and evolving contexts, including those shaped by artificial intelligence, sustainability challenges, and rapid technological change.

Limitations

This study has certain limitations that should be acknowledged. One worth noting is the reliance on the Scopus database, which inevitably narrows the range of literature considered. That said, the choice was deliberate, as Scopus provides access to SciVal analytics, which made it possible to trace scholarly trends and draw out the theoretical links between heutagogy and the P21 Framework in a way that other databases may not have supported as effectively.

Future Directions

Looking ahead, several directions for future research appear worthwhile. Expanding the scope of inquiry to include additional research databases would help build a more comprehensive picture of the field. There is also room for further theoretical work aimed at refining how heutagogical design relates to the P21 Framework, particularly as both continue to evolve in response to changing educational contexts. Beyond theory, more attention could be directed toward the practical side of things, especially how these frameworks intersect with emerging areas such as artificial intelligence, digital learning platforms, and innovative instructional strategies. Exploring these connections in greater depth would enrich understanding of how higher education can bring together heutagogical principles and technological innovation. It would also contribute to ongoing conversations about lifelong learning and the role that AI powered technologies are beginning to play in shaping the future of higher education.

References

- Aben Ahmed, M. (2022). Business English instruction: Empowering learners with the 4Cs of the 21st century [Brief Research Report]. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.998987>
- Aifan, H. (2022). Implementing a project-based collaborative learning approach using PowerPoint to improve students' 21st-century skills. *E-Learning and Digital Media*, 19(3), 258-273. <https://doi.org/10.1177/20427530211030642>
- Alamri, M. M. (2021). Using Blended Project-Based Learning for Students' Behavioral Intention to Use and Academic Achievement in Higher Education. *Education Sciences*, 11(5), 207. <https://www.mdpi.com/2227-7102/11/5/207>
- Almulla, M. A. (2023). Constructivism learning theory: A paradigm for students' critical thinking, creativity, and problem solving to affect academic performance in higher education. *Cogent Education*, 10(1), 2172929. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2172929>
- Aver, B., Fošner, A., & Alfrević, N. (2021). Higher Education Challenges: Developing Skills to Address Contemporary Economic and Sustainability Issues. *Sustainability*, 13(22), 12567. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/22/12567>

- Badke, W. (2012). *Teaching research processes: The faculty role in the development of skilled student researchers*. Elsevier.
- Bakhsh, K., Hafeez, M., Shahzad, S., Naureen, B., & Faisal Farid, M. (2022). Effectiveness of Digital Game Based Learning Strategy in Higher Educational Perspectives. *Journal of Education and e-Learning Research*, 9(4), 258-268.
- Bali, M., & Caines, A. (2018). A call for promoting ownership, equity, and agency in faculty development via connected learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(1), 46. <https://doi.org/10.1186/s41239-018-0128-8>
- Blaschke, L. M. (2012). Heutagogy and lifelong learning: A review of heutagogical practice and self-determined learning. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 13(1), 56-71. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v13i1.1076>
- Blaschke, L. M., & Hase, S. (2016). Heutagogy: A Holistic Framework for Creating Twenty-First-Century Self-determined Learners. In B. Gros, Kinshuk, & M. Maina (Eds.), *The Future of Ubiquitous Learning: Learning Designs for Emerging Pedagogies* (pp. 25-40). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-47724-3_2
- Borrowski, T. (2019). The Battelle for Kids P21 Framework for 21st Century Learning. *University of Illinois at Chicago*.
- Budd, J. M. (1988). A bibliometric analysis of higher education literature. *Research in Higher Education*, 28(2), 180-190. <https://doi.org/10.1007/BF00992890>
- Bourn, D. (2018). From 21st Century Skills to Global Skills. In *Understanding Global Skills for 21st Century Professions* (pp. 63-85). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97655-6_4
- Canning, N., & Callan, S. (2010). Heutagogy: spirals of reflection to empower learners in higher education. *Reflective Practice*, 11(1), 71-82. <https://doi.org/10.1080/14623940903500069>
- Chun, T. C., & Abdullah, M. N. L. Y. (2025). Do heutagogical activities influence self-determined learning of postgraduate students? A mediation analysis VIA PLS-SEM approach. *International Journal of Educational Reform*, 34(4), 705-724.
- Dresbeck R. (2015). SciVal. *Journal of the Medical Library Association: JMLA*, 103(3), 164–166. <https://doi.org/10.3163/1536-5050.103.3.018>
- Devi, K. S., & Aparna, M. (2020). Moodle—An effective learning management system for 21st century learners. *Alochana Chakra Journal*, 9(6), 4474-4485.
- Guiling, Y., Panatik, S. A., Sukor, M. S. M., Rusbadrol, N., & Cunlin, L. (2022). Bibliometric Analysis of Global Research on Organizational Citizenship Behavior From 2000 to 2019. *SAGE Open*, 12(1), 21582440221079898. <https://doi.org/10.1177/21582440221079898>
- Glaister, C., Griggs, V., Martinez Gonzalez, O., & Hussain, M. (2024). Informal collaborative learning (ICL)—student perspectives on the role of informal collaborative learning ICL in higher education. *Teaching in Higher Education*, 29(8), 2025-2041. <https://doi.org/10.1080/13562517.2023.2177843>
- Habets, O., Stoffers, J., Heijden, B. V. d., & Peters, P. (2020). Am I Fit for Tomorrow's Labor Market? The Effect of Graduates' Skills Development during Higher Education for the 21st Century's Labor Market. *Sustainability*, 12(18), 7746. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/18/7746>
- Hase, S., & Kenyon, C. (2000). From andragogy to heutagogy. *UltiBASE In-Site*.
- Hase, S., & Kenyon, C. (2013). *Self-determined learning: Heutagogy in action*. A&C Black.
- Hase, S. (2014). Skills for the learner and learning leader in the 21st century. *Experiences in self-determined learning*, 98-107.
- Kevork, E. K., & Vrechopoulos, A. P. (2009). CRM literature: conceptual and functional insights by keyword analysis. *Marketing Intelligence & Planning*, 27(1), 48-85. <https://doi.org/10.1108/02634500910928362>
- Kocak, O., Coban, M., Aydin, A., & Cakmak, N. (2021). The mediating role of critical thinking and cooperativity in the 21st century skills of higher education students. *Thinking Skills and Creativity*, 42, 100967. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100967>

- Latorre-Coscolluela, C., Suárez, C., Quiroga, S., Sobradiel-Sierra, N., Lozano-Blasco, R., & Rodríguez-Martínez, A. (2021). Flipped Classroom model before and during COVID-19: using technology to develop 21st century skills. *Interactive Technology and Smart Education*, 18(2), 189-204. <https://doi.org/10.1108/ITSE-08-2020-0137>
- Lee, J., Lim, R., Mohamad, F. S., Chan, K. G., & Mas'ud, F. (2023). Collaborative Creativity among Undergraduate Students as Game Creators during Gamification in a University-Wide Elective Course. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 20(1), 16.
- Loureiro, P., & Gomes, M. J. (2023). Online Peer Assessment for Learning: Findings from Higher Education Students. *Education Sciences*, 13(3), 253. <https://www.mdpi.com/2227-7102/13/3/253>
- MSHE (Ministry of Science and Higher Education) (2023). *Concept of Higher Education and Science Development of the Republic of Kazakhstan for 2023–2029*. Available at: <https://cis-legislation.com/document.fwx?rgn=149264>.
- O'Flaherty, J., & Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *The Internet and Higher Education*, 25, 85-95. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.02.002>
- Wing On, L. (2014). The Changing Knowledge Functions of University in the 21st Century: Implications for Learning and Teaching in Higher Education. *International Journal of Chinese Education*, 3(1), 7-29. <https://doi.org/https://doi.org/10.1163/22125868-12340028>
- Robberts, A. S., & Van Ryneveld, L. (2022). Design principles for introducing 21st century skills by means of game-based learning. *Industry and Higher Education*, 36(6), 824-834. <https://doi.org/10.1177/09504222221079210>
- Salem, M. A., Alsayed, W. H., & Elshaer, I. A. (2022). Before and Amid COVID-19 Pandemic, Self-Perception of Digital Skills in Saudi Arabia Higher Education: A Longitudinal Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(16), 9886. <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/16/9886>
- Simeunovic, V., Milic, S., & Pajrok, A. (2022). Higher Education in the Eyes of Economic Operators. *Sustainability*, 14(13), 7973. <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/13/7973>
- Suciati, R., Susilo, H., Lestari, U., & Gofur, A. (2022). Critical thinking skills: Profile and mastering concepts of undergraduate students. *Int J Eval & Res Educ ISSN*, 2252(8822), 1251.
- Spector, J. M., Dirk, I., Demetrios, S., Lan, Y., Evode, M., Amali, W., Kulari Lokuge, D., Koos, E., Andrew, F., Ronghuai, H., Susan, B., Jiingyan, L., Youqun, R., Xiaoqing, G., Christopher, C. D., Jonathan San, D., & David, C. G. (2016). Technology Enhanced Formative Assessment for 21st Century Learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 58-71. <http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.3.58>
- Tajudin, N., Suhaimi, N., Adnan, M., & Puteh, M. (2020). Synergizing mathematical learning at higher institution through heutagogical approach. *Universal Journal of Educational Research*, 8(6), 2646-2653.
- Van Eck, N., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299-321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>
- Wang, V., & Torrisi-Steele, G. (2023a). LMS Course Design for Adult Learning: Heutagogy, Andragogy, Pedagogy. In V. Wang (Ed.), *Handbook of Research on Andragogical Leadership and Technology in a Modern World* (pp. 1-17). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7832-5.ch001>
- Wang, V., & Torrisi-Steele, G. (2023b). Learning in Organizations: Pedagogy, Andragogy, and Technology. In V. Wang (Ed.), *Handbook of Research on Andragogical Leadership and Technology in a Modern World* (pp. 18-32). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7832-5.ch002>

- Yang, M., & Sze, W. L. W. (2021). Grounding the Free Learning model: Theoretical perspectives. In *Free Learning* (pp. 33-44). Routledge.
- Yoel, S. R., Akiri, E., & Dori, Y. J. (2023). Fostering Graduate Students' Interpersonal Communication Skills via Online Group Interactions. *Journal of Science Education and Technology*, 32(6), 931-950. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-09998-5>
- Zhao, X. (2022). Customer Orientation: A Literature Review Based on Bibliometric Analysis. *SAGE Open*, 12(1), 21582440221079804. <https://doi.org/10.1177/21582440221079804>

Зульяр Кавашев^{1*}

¹SDU University, Қаскелең, Қазақстан

*e-mail: zulyar.kavashev@sdu.edu.kz

ЖОҒАРЫ БІЛІМДЕГІ ЖИЫРМА БІРІНШІ ҒАСЫР ДАҒДЫЛАРЫН VOSVIEWER АРҚЫЛЫ БИБЛИОМЕТРИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ

Андатпа. Бұл зерттеу 2015–2023 жылдар аралығында жоғары білімде ХХІ ғасыр дағдыларының дамуын жүйелі әдебиеттерге шолу және библиометриялық талдау негізінде қарастырады. Scopus дерекқорында тіркелген 423 мақала VOSviewer және SciVal құралдары арқылы талданды. Шолу нәтижелері P21 үлгісімен ұштасқан хьютагогикалық тәсілдердің өзіндік оқу үдерісін қолдауға және студенттердің онлайн ортада өз жетістіктеріне көбірек жауапкершілікпен қарауына ықпал ететінін көрсетті. Мұндай тәсілдер білім алушыларды өздерінің оқу жолын қалыптастыруға белсенді қатысушы ретінде орнықтырады. Библиометриялық талдау пәндер бойынша жарияланым үрдістерін, тақырыптық топтарды және жиі кездесетін түйінді сөздерді анықтап, халықаралық ынтымақтастық бағыттарын көрсетті. Нәтижелер сыни ойлау, коммуникация, ынтымақтастық және шығармашылықты онлайн жоғары білімге енгізудің маңызын айқындайды және оқытушылар мен оқу бағдарламасын әзірлеушілер үшін, әсіресе қазақстандық университеттер жағдайында, практикалық қолданысқа бағыт береді. P21 үлгісіне негізделген хьютагогикалық стратегиялар студенттерді өмір бойы оқуға дайындаудың бір жолы ретінде ұсынылады.

Түйін сөздер: ХХІ ғасыр дағдылары, хьютагогика, P21 үлгісі, жоғары білім, Қазақстан

Зульяр Кавашев^{1*}

¹SDU University, Қаскелең, Қазақстан

*e-mail: zulyar.kavashev@sdu.edu.kz

БИБЛИОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАВЫКОВ ХХІ ВЕКА В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ VOSVIEWER

Аннотация. В данном исследовании рассматривается продвижение навыков ХХІ века в высшем образовании в период с 2015 по 2023 годы на основе систематического обзора литературы и библиометрического анализа. Всего было изучено 423 статьи, индексированные в базе Scopus, с применением инструментов VOSviewer и SciVal. Обзор выявил потенциал хьютагогических подходов, которые в сочетании с рамочной моделью P21 способны поддерживать самоопределённое обучение и стимулировать студентов к большей ответственности за собственный прогресс в онлайн-среде. Эти подходы позволяют позиционировать обучающихся как активных участников в формировании собственных образовательных траекторий. Библиометрический анализ отследил публикационные тенденции по дисциплинам, выявил тематические кластеры и часто встречающиеся ключевые слова, а также отразил модели международного сотрудничества. Результаты подчёркивают важность интеграции критического мышления, коммуникации, сотрудничества и креативности в онлайн-образование, что имеет практическое значение для преподавателей и

разработчиков учебных программ, особенно в контексте казахстанских университетов. Хьютагогические стратегии, основанные на модели Р21, предлагаются как один из способов подготовки студентов к обучению на протяжении всей жизни в условиях постоянно меняющейся образовательной среды.

Ключевые слова: Навыки XXI века, хьютагогика, рамочная модель Р21, высшее образование, Казахстан

Received 18 February

IRSTI 14.25.07

DOI: <https://doi.org/10.47344/m7mrmn54>Shakhrizat Agaidarova¹, Nursultan Japashov², Samat Maxutov^{3*}^{1,3}SDU University, Kaskelen, Kazakhstan²University at Albany, New York State University, Albany, NY, USA*e-mail: samat.maxutov@sdu.edu.kz

DEVELOPING KAZAKHSTANI SCIENCE CAPITAL THROUGH CLIL IN THE CONTEXT OF INTERNATIONAL OLYMPIADS

Abstract. Science capital development is becoming a priority in Kazakhstan. The country endeavors to incorporate international best practices into its education system, yet insufficient research and preparation hinder effective implementation. However, bottom-up practice blends post-Soviet educational methodologies with modern approaches, resulting in a hybrid approach. One such initiative is teaching science through Content and Language Integrated Learning (CLIL) employing English. CLIL serves as a transformative strategy in multilingual educational contexts, bridging language and content for deeper comprehension. This study explores how students develop their science capital within CLIL settings through the lens of the Science Capital framework. We examined students' perspectives through interviews, observations, and analyzed official policy documents to support the findings. Our findings align with previous literature. However, this study introduces a novel perspective on languages used in science education. It was found that Russian remains one of the dominant languages in science education despite ongoing efforts to implement the Kazakhization policy. Moreover, field notes indicate that participants lack practical skills and experimental knowledge, hindering their ability to compete in high-stakes Olympiads and limiting the full development of their science capital. Correspondingly, to unlock Kazakhstan's holistic capital and foster an informed citizenry, it is crucial to integrate the local language(s) more effectively into science education policy and improve the curriculum to enhance theoretical and practical scientific competencies.

Keywords: science capital, CLIL, science Olympiads, STEM career interest, Kazakhstani education system

Introduction

With a wealth of natural resources and multilingual capital, can Kazakhstan leverage STEM education to unlock its full economic potential? STEM education promotes economic growth, innovation, technical advancement, national security, global competitiveness, and solves societal issues (Brown, 2012; Bybee, 2013). Sahin et al. (2015) highlight that nations succeed in the global marketplace when their citizens are STEM-literate and have informed awareness. Kazakhstan systematically undertakes initiatives to enhance STEM fields (Japashov et al., 2022). For instance, according to the State Program for the Development of Education and Science of Kazakhstan for 2020-2025, all schools should be equipped with classrooms designed explicitly for STEM. As part of the elective courses, public schools actively teach children the basics of programming, robotics, computer modeling, and design (MES, n.d). According to the trilingual education policy, English is a medium of instruction for high school students in science disciplines. The Science Committee of the Ministry of Education and Science provides Funding for STEM implementation projects (Zholumbayev et al., 2021).

Moreover, recent local studies show that grade level, gender, family socioeconomic status, school type, and end-of-term marks affect students' STEM career interests (Balta et al., 2023). Early exposure to STEM-related activities positively impacts students' interest in STEM (Bybee & Fuchs, 2006; DeJarnette, 2012). Furthermore, external and contextual factors, including the classroom microsystem, school mesosystem, and societal macrosystem, play a crucial role in shaping students'

interest in STEM careers (Balta et al., 2023). Coming to the school mesosystem and societal macrosystem, science Olympiads are among the practices that promote STEM career interests from the academic side (Sahin et al., 2015; Smith et al., 2021). Sahin et al. (2015) found that participating in Science Olympiads strengthened students' intent to pursue STEM majors, though female students predominantly chose environment, whereas male students opted for engineering.

Science Olympiads offer students a valuable opportunity for personal and academic growth, fostering critical thinking, analytical skills, problem-solving abilities, twenty-first-century competencies, and facilitating networking (Sahin et al., 2015). On a national level, Science Olympiads contribute to workforce development, enhance international reputation, develop innovation and research, and positively impact the country's economic growth (Campbell & Walberg, 2011). Moreover, Archer et al. (2014) contend that scientific knowledge and qualifications possess both symbolic and exchange value nationally, as a scientifically educated populace is esteemed in the job market, facilitating the advancement of the knowledge economy.

This research has two major goals. First, it aimed to explore students' perceived benefits of participating in the International Junior Science Olympiad (IJSO), identifying factors influencing Kazakhstani students' STEM aspirations. Second, it aimed to explore students' views on learning Science through the CLIL approach. This study is among the first to examine the interconnectedness of these elements using a purely qualitative approach, uncovering previously unexplored insights. The findings offer a novel understanding of science teaching through CLIL in Kazakhstan, the development of science capital, and the challenges associated with participating in International Science Olympiads. These insights challenge existing perspectives of local education, contributing to ongoing discussions on educational challenges and opportunities within the Kazakhstani education system.

The rationale for incorporating these elements in this qualitative investigation stems from their interconnected roles in shaping students' academic and professional trajectories. Each component significantly contributes to students' cognitive, linguistic, and career development, making their combination meaningful (Dalton-Puffer, 2011; Maltese & Tai, 2009). Moreover, the majority of studies in this field are quantitative, focusing on statistics and different contexts (Chiang et al., 2024; Sahin et al., 2015; Smith et al., 2021); this study employs a qualitative approach to shed light on dispositions and lived experiences of the Kazakhstani participants to fill the research gap. Moreover, this study has a theoretical novelty, as it is among the first to employ the Science Capital framework (Archer et al., 2015) in the Kazakhstani context. Overall, this study makes significant contributions to the existing body of research in several ways. Firstly, previous studies investigated the correlation between participating in Science Olympiads and STEM motivation. This study contextualizes these phenomena locally, employing a qualitative approach that provides interesting insights. Secondly, the researchers integrated the Science Capital framework with CLIL, which offers a novel perspective on learning science in a multilingual setting.

Our main objective was to examine the findings through the lens of the Science Capital framework (Archer et al., 2014), which elucidates how students' science-related dispositions, behaviors, practices, and social capital form their science capital. First, we examine this framework, followed by a thorough review of the central themes. Next, a brief outline of the methodology and ethics that guided the study is provided. Then, the findings are presented and discussed through the theoretical lens. Finally, the paper concludes with recommendations for further research and acknowledgements of the limitations.

Theoretical approach

Archer et al. (2012) conducted a longitudinal mixed-method study, which laid the groundwork for conceptualizing Science Capital (Archer et al., 2015). Archer et al. (2012) employed Bourdieu's Theory of Practice (Grenfell & James, 2003), a comprehensive framework that illustrates how social disparities evolve through the interplay of fundamental concepts such as habitus, capital, and social contexts. Habitus refers to a set of deep-rooted dispositions that impact how individuals perceive and act in a social context; capitals are various forms of resources such as cultural, societal, symbolic, and economic; social context is an area where individuals cooperate, engage, and increase their capital

(Archer et al., 2014). The findings of Archer et al. (2012) are multidimensional, covering family habitus, social class, and cultural capital that shape children's science aspirations. Familial support plays a crucial role in defining a child's career path. For instance, middle-class families provide structured support for their children due to their economic, cultural, and social capital, making science a common career choice. It refers to family habitus. Archer et al. (2012) defined the family habitus as an interplay of family behavior patterns, values, and practices. Family habitus is the (un)conscious integration of Science into family life, influencing a child's learning and perceptions of science (Archer et al., 2012).

Archer et al. (2014) used Science Capital as a conceptual framework to examine how socioeconomic class influences a child's interest in science careers. However, science capital is not distinct from other capitals; it is a theoretical tool for connecting social, cultural, and economic capital (Archer et al., 2014). Archer et al. (2012) define science capital as an individual's scientific knowledge, qualifications, interests, and social connections. Possessing science capital is advantageous in employment since it signifies academic competence and indicates "informed citizenry" (Archer et al., 2014, p. 19). In their later work, Archer et al. (2015) expanded the theoretical concept of Science Capital and proposed ways to measure it. Their model included three key dimensions: Science-Related Cultural Capital, Science-Related Behaviors and Practices, and Science-Related Social Capital, each comprising distinct components (Archer et al., 2015).

Science Olympiads

The Science Olympiad is a collective and individual competition in which students from multiple levels, including regional, state, national, and international, engage in academic events (Sahin et al., 2015). For example, Smith et al. (2021) indicate that participation in STEM Olympiads contributes to developing career interests in STEM in the long term. Networking opportunities, global interaction, and cultural awareness are key advantages of Olympiad participation (Sahin et al., 2015). Moreover, Campbell and Tirri (2017) found that participating in STEM Olympiads provides opportunities to access elite universities and fosters students' academic growth and research skills. Similarly, Singaporean students who achieved gold medals in reputed olympiads enhanced admission chances to prestigious universities (Lim et al., 2014). Consequently, positive attitudes toward communication, collaboration, and adaptability contribute to developing 21st-century skills (Wirt, 2011).

IJSO is an annual competition that encompasses examinations in physics, chemistry, and biology (Park, 2024). IJSO stimulates students' curiosity in Science, fostering skills in problem-solving, critical analysis, and hands-on experimentation (IJSO, n.d.). Participants engage in individual assessments, including multiple-choice and theoretical exams, and collaborative, practical experiments where teamwork is essential to accomplish a shared objective (IJSO, n.d.). Several studies focused on IJSO from different perspectives, such as profile interest (Dierks et al., 2014; Höffler et al., 2019), social self-concepts (Höffler et al., 2017), students' social-emotional well-being (Nadhirah and Fauzia, 2019), and analysis of olympiad questions (Kim, 2024; Lee, 2024; Park, 2024).

Dierks et al. (2014) compared interest profiles between two groups: participants of IJSO and regular secondary school students, applying a mixed-method approach. The study results indicate different interest profiles between the two groups, highlighting the unique preferences of students engaged in science competitions. Similarly, Höffler et al. (2019) examined the science interest profiles of various groups. The quantitative study identified general disparities and specific interest profiles among Olympiad students. Another study by Höffler et al. (2017) compared the social self-concepts of the IJSO participants with non-participants and participants in sports competitions. It indicates that IJSO participants had higher social self-concepts than other groups (Höffler et al., 2017).

Factors shaping STEM career interests

Scientific Olympiads provide an out-of-school opportunity to develop students' STEM aspirations through practical experience and real-world scientific challenges (Sahin et al., 2015). Supportive learning environments and STEM role models significantly influence students' long-term career interests in STEM (Oliver, 2017). STEM competitions enhance students' academic performance and instill fundamental skills and knowledge required for sustainable development

(Baskaran, 2016). This aligns with national investment priorities, educational advancements, and technological innovation, essential for informed decision-making and addressing global challenges (Baskaran, 2016).

The literature review identifies individual, social, and environmental factors influencing students' STEM career interests. Regarding individual factors, a systematic review by Campbell and Tirri (2017) identified key personal characteristics that positively influence students' interest in STEM in different countries. For instance, Finnish Olympians' early exposure to math is a critical component. Moreover, Finnish students' self-assurance, self-reliance, intense curiosity, and persistent efforts are also critical. Similarly, German Olympians credit their success in STEM to traits such as drive, dedication, initiative, and curiosity. Chinese Olympians emphasize the importance of family engagement in early schooling, combined with psychological stability and personal dedication.

Furthermore, favorable traits such as attention, critical thinking, curiosity, independence, involvement in extracurricular activities, and efficient time management skills influence Taiwanese children's interest in STEM (Campbell & Tirri, 2017). Smith et al. (2021) investigated the impact of participating in Science Olympiads on former Olympians using a mixed-method approach. The findings indicate that personal characteristics such as curiosity, confidence, interest in STEM, motivation, early exposure to STEM, and independence in learning positively affected their career choices in STEM. Sahin et al. (2015) assert that personal interests vary by gender. Male students preferred engineering (41,6%) while female students viewed engineering as least favorable and opted for environmental studies (69%). Similarly, Top et al. (2015) found that girls were interested in environmental studies, whilst boys chose engineering. Moreover, new experiences, self-confidence, and academic contribution were identified as significant factors related to individual aspects by Top et al. (2015). Participants indicated that participation in the Science Olympiads afforded them worldwide experience, enabling immersion in various cultures (Top et al., 2015). Regarding academic contribution, Top et al. (2015) discovered that Science Olympiads served as extrinsic reinforcement to motivate students to get scholarships. Overall, this paragraph underscores the significant factors that positively shape students' interest in STEM from an individual perspective (Campbell & Tirri, 2017; Japashov et al., 2022; Smith et al., 2021; Top et al., 2015).

Family characteristics, including siblings, parents' occupations, and education, have been identified as key factors influencing students' interest in STEM careers (Archer et al., 2012; Xie et al., 2015). Japashov et al. (2022) suggest that students' interest in STEM varies depending on the number of siblings in their families. Interestingly, students' interests in STEM did not significantly differ based on their parents' occupations and education levels, as Japashov et al. (2022) indicated. However, Balta et al. (2023) found a positive association between the number of siblings and students' interest in mathematics careers. Additionally, familial support and the presence of family role models were significantly correlated with higher interest in STEM careers among students (Archer et al., 2012). It is noteworthy that Black et al. (2005) have reported a negative correlation between family size and children's education, while Japashov et al. (2022) and Ali et al. (2017) have found no significant difference in children's education based on family size. These findings underscore the complex interplay between family dynamics and students' career aspirations in STEM, highlighting the importance of familial support in shaping students' career trajectories in STEM (Archer et al., 2012).

CLIL

CLIL is a widely used educational approach for simultaneously teaching content in an additional foreign language (Cenoz et al., 2014). However, its definition and implementation process are questioned by the balance of teaching language and content, assessment issues, linguistic capacity, instructional objectives, and target language exposure (Cenoz et al., 2014). CLIL is an umbrella term with a dual focus on teaching content in a foreign language (Marsh, 2002). Moreover, English is a widely used foreign language in the context of CLIL (Dalton-Puffer, 2011). Within Kazakhstan, CLIL is also a highly researched notion from different viewpoints (Bedeker et al., 2023; Huertas-Abril & Shashken, 2021; Karabassova & San Isidro, 2023). For instance, Bedeker et al. (2023) explored science teachers' pre-existing knowledge of CLIL practice by analyzing it through the third space

theory. “Science teachers’ epistemic stance shows hybridity” (Bedeker et al., 2023; p. 128), meaning that they integrate their previous teaching practice with CLIL pedagogy, resulting in a new dynamic way of science teaching. Thus, in the scope of our study, the working definition of CLIL refers to teaching content such as biology, chemistry, and physics through English medium instruction with translanguaging practices into Kazakh and Russian languages (Karabassova & San Isidro, 2023).

Methodology

This inquiry employs a qualitative approach, including interviews, document analysis, and field notes from non-participant observations, to investigate the benefits of participating in IJSO and students' perspectives on studying through CLIL (Merriam & Tisdell, 2016; Patton, 2014). Using multiple data collection tools, including interviews, document analysis, and observations, resembles Miles and Huberman's (1994) concept of triangulation, which supports researchers in making sense of valid and credible research data (Merriam & Tisdell, 2016; Patton, 2014). In this study, we sought to gain a deeper understanding of how students perceived the benefits of participating in IJSO and the factors that influenced students' career trajectories in science. The study employed a purposeful sampling strategy to recruit participants who had direct experience of participating in international Science Olympiads (Creswell, 2017). The rationale for the purposeful selection of participants is to gain a detailed understanding of the benefits and challenges that students perceive when participating in high-stakes Olympiads, as well as their experiences of studying science in English. Using a purposeful sampling technique allowed the researchers to get rich and meaningful data that aligns with the research aim.

The sample consisted of 10 students who participated in IJSO 2023 Thailand and IJSO 2024 Romania. There were eight male and two female students. However, gender was not treated as a research variable in this study. We report it for informative purposes. The small sample size is justified by prioritizing information rich participants rather than statistical dominance in qualitative research (Creswell, 2017). Participants are recruited based on their experience in IJSO 2023 Thailand and 2024 Romania to explore their perspectives on participating in international Science Olympiads. Additionally, we observed data saturation with these ten participants. The sample provided in-depth and rich data on participation in international educational initiatives, challenges, factors, and learning science in other languages. Subsequently, the research seeks to answer the following research questions:

- How do Kazakhstani students perceive the benefits of participating in the International Science Olympiad, and what factors influence their STEM aspirations?
- What are students' views on learning science through English in Kazakhstan?

Data collection

The data were collected through field notes, document analysis, and semi-structured interviews (Miles & Huberman, 1994). These procedures allowed us to develop an in-depth understanding of the study on the impact of participating in IJSO and learning science through English. Data collection took place from December 2023 to January 2025. It consisted primarily of interviews, complemented by field notes from the IJSO competitions in Thailand in 2023 and in Romania in 2024. One researcher served as team leader, tasked with supporting the Kazakhstani students. The researcher kept copious field notes during the trips to support the interview data. To minimize researcher bias, this researcher did not conduct the interviews but only took field notes. The interviews were conducted by another team member who had no contact with the participants.

Interviews

Semi-structured interviews were conducted with volunteers who participated in IJSO. First, we sent contact letters to all potential participants explaining the study's purpose and ethics, which ensured confidentiality. A parental consent form was prepared and distributed to volunteering participants to obtain permission from their parents. Only after getting parental consent, the researchers conduct interviews via phone calls. The interviews lasted for around 40 minutes. The interview questions were prepared in English and translated into Kazakh and Russian. The

respondents chose the language of the interview. The interview questions were semi-structured and open-ended to allow participants to express their unique experiences about IJSO, studying through a foreign language, future careers, and skills development. All researchers are proficient in Russian, Kazakh, and English. Two researchers translated the transcript into English; all three proofread the translation for inaccuracies.

Document Analysis

The document analysis began by reviewing official documents about Kazakhstan's education system and participation in the Olympiad. We identified their relevance to the research and created a document summary form (Miles & Huberman, 1994). The document analysis explored the rationale behind language policy implementation and participation in international Olympiads. It provided the necessary information to recognize the importance of participating in international scientific olympiads and obtain formal guidance on using foreign languages in science education.

Research Context and Participants

One of the researchers served as the team leader of the Physics Olympiads and had the opportunity to travel and observe the IJSO competition process. According to observer notes, IJSO is a very selective tournament, with every country taking part allowed to send only six students. The competition comprises three distinct sections. First, individuals are tested on their theoretical understanding of biology, chemistry, and physics. Second, it involves solo problem-solving tasks across these three disciplines. Third, students are assessed on their experimental competencies, with participants working in three teams to conduct hands-on experiments. According to field notes, IJSO develops students' intercultural communicative competence, communication skills, and problem-solving skills. English was used as a *lingua franca* during the IJSO Olympiad in Thailand in 2023 and Romania in 2024. According to field notes, all participants have good English communication skills. We purposefully recruited the participants through the list of IJSO participants. The researcher sent each participant a contact letter, asking them to volunteer to participate in the study. Palinkas et al. (2015) claim that qualitative research frequently employs purposeful sampling to gather data-rich examples about the main phenomena. This inquiry included telephone interviews with 10 students who participated in IJSO 2023 Thailand and IJSO 2024 Romania. The participants consisted of eight male students and two female students.

Data Analysis

The data analysis focused on deriving meaning from participants' responses, field notes, and official documents. Qualitative methodology highlights that data collection and analysis are interconnected and collaboratively constructed work (Creswell, 2017; Merriam & Tisdell, 2016; Patton, 2014). Data collection and analysis are the two stages of the ongoing iterative process that constitutes qualitative data analysis (Miles & Huberman, 1994). The data were organized into emerging themes, and broader ideas were generated (Merriam & Tisdell, 2016). Each audiotape of the interview was carefully listened and detailed notes were taken. Then, the data were coded using a coding system that included labeling and categorizing (Patton, 2014).

As reported, we categorized and developed themes. The research questions were used as a guide during data analysis. Next, responses were grouped according to recurring themes, patterns, and concepts aligned with the study questions (Merriam & Tisdell, 2016). Several themes emerged from the data. But the researchers focused on the most relevant patterns that closely align with the research questions. Those include factors, perceived benefits, and the role of the languages.

To ensure transparency, the researchers followed the steps outlined by Clarke and Braun (2017) for the thematic analysis. The interview transcripts were read carefully multiple times, and codes were generated directly from those responses. Those codes were systematically refined and grouped into broader categories. Following this, overarching themes were identified that represent the key findings of the study. The data were analyzed using an inductive thematic analysis approach (Clarke & Braun, 2017), where we used the interview transcripts to identify patterns of meaning that emerged from the data.

Credibility and Trustworthiness

The purpose of this study is to explore the perceived benefits of participating in International Olympiads, investigate the factors influencing students' career interests, and their views on studying content in English. Data triangulation was used, including interviews, field notes, and document analysis (Patton, 2014). The face validity approach (Lather, 1986) was also employed, which means reviewing themes, adjusting and recycling them to ensure that the results appropriately reflect the participants' experiences. The data analysis was a continual process of returning to the data, reviewing, recycling, and modifying. Member checking was also employed, where a subsample was used to confirm that the data provided by respondents was accurately transcribed. Such validation is critical for accurately expressing participants' experiences and perspectives, and it determines the authenticity and credibility of the findings (Agbo et al., 2023). Furthermore, this inquiry provides a thick description of the research process, participants, and setting, making it more transferable to other contexts and enabling readers to assess the applicability of the findings (Ponterotto, 2006).

Ethical Considerations

Ethical considerations were the key to the current study's design (Creswell, 2017; Savin-Baden & Major, 2023). The current study received ethical approval from SDU University's Research Ethics Board in Kaskelen, Almaty, Kazakhstan. The participants were informed about the Ethics Procedures and Guidelines for Human Subject Research. We requested that parents sign consent papers before starting the interviews. Pseudonyms are used in the study's findings. Overall, this study underwent ethical review and approval by an institutional ethics committee to ensure that it meets ethical standards and guidelines for research involving human participants, particularly vulnerable populations such as students. The authors declare that the research was conducted without any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest. All authors listed have contributed substantially to the work and approved it for publication.

Findings

Olympiad benefits and future majors

Regarding the benefits of participating in the International Science Olympiads, participants believe they will receive or have already gained practical benefits from participating in IJSO. Among the ten interviewees, four claimed that IJSO helped them meet new friends. Here are some examples of students' assertions:

"IJSO has helped us make many new and interesting friends. It even happened that during the Olympiad we forgot that we were at the Olympiad, because of the daily excursions, different food, and communication with people. There was a case when I had breakfast, and saw crowds of people after breakfast going somewhere. When I asked "What excursion?", I was told this was the first tour. We still keep in touch with them. How are they doing? What are they doing? And sometimes it happens that one of them offers to do a group project."

In five responses, students claimed that IJSO helped them gain new knowledge. In one response, students said that they discovered new places with the help of IJSO. In another response, they mentioned that IJSO is also helpful in developing critical thinking and problem-solving skills. In two responses, students said that participating in IJSO was beneficial in getting scholarships from universities. Most respondents asserted that participation in IJSO improved their English language skills. Finally, in six responses, students said that the Olympiad helped them become motivated and raised their self-confidence:

"After communicating with foreigners and participating in well-organized events, I became motivated to study further. This is the most important opportunity."

The second question asked during the interview was what major they possibly wanted to study in college or university. All respondents claimed that they would choose STEM majors for their future studies. One of the female respondents said that:

"I am most interested in the relationship between computer technology and chemistry, so I will most likely choose a field that connects spectroscopy, perhaps metallographic chemistry or biochemistry."

Factors impacting STEM career interest

We asked respondents to name some factors that most affected their interest in a STEM career. There were 12 responses from the participants. In five responses, students claimed that family members, relatives, and friends impacted their interest in a STEM career the most.

"My second cousin, we have been very close since childhood. And when he was in 7th grade, I was in 4th grade. He showed me the Tesla Towers and how it works. Another factor is friends. During the Olympics, the guys who were with me were brilliant. I want to surround myself with people like this."

Three responses asserted that school staff had the most effect on their interest in a STEM career.

"My teacher allowed me to participate in the Olympiad, and because of this, my interest in STEM awoke."

Three students said they feel confident in themselves in the STEM field and like being part of a STEM group. Only one student said that none of his relatives work in STEM-related fields. One student indicated that the media most affected his/her interest in a STEM career.

"There is a Ted Talks channel on YouTube. There, I saw many speakers talking about bioengineering. These speakers influenced me."

In response to the question 'How much do you believe that participation in IJSO influenced your career interest?' all respondents claimed that IJSO reinforced their decision.

"My knowledge of biology has expanded. Before this, I wanted to become a quantum computer engineer. I wanted to be completely in this area. And participation in this Olympiad, or rather the preparation, the study of biology, reinforced my understanding that this is necessary. That this will indeed be very helpful for the study of various biological processes. Biochemical processes. For example, how protein folds, how different vitamins pass through the body."

In the interview, we asked students about the effect of IJSO on their daily lives. One student said that IJSO did not affect their daily life. Other students said that IJSO positively affected their daily routines.

"I have become more careful with time. Stopped playing football every day. Learned to find a balance between casual things and study."

Role of Language in Science Education

Regarding learning subjects in English, all respondents stated that subjects such as Biology, Chemistry, Physics, and Mathematics are taught in English. Moreover, all students perceive learning through English as an asset, enhancing both their subject knowledge and foreign language skills. One student mentioned experiencing linguistic difficulties at the beginning.

"At first, I had problems learning biology in English. But I improved my English after a while, and there were no more problems."

Some students highlighted the benefits of learning content in English, such as the ability to communicate with other Olympiad participants and explore new cultures. Most respondents also mentioned the availability of free online resources and experiments in English, which they found valuable. Additionally, they emphasized the opportunity to enroll in online courses.

"I watched online courses from leading universities worldwide, such as MIT's OpenCourseWare. I prepared for chemistry labs based on their courses."

"There are many advantages to studying in English. For example, Americans and Europeans share many materials online and share their experiments. Unfortunately, there is no normal equipment for research in the CIS countries."

Interestingly, one student mentioned that he uses the Russian language to communicate about Physics.

"I usually discuss scientific topics in the Russian language."

Discussion and Conclusion

The dominant finding is that students are optimistic, believing that participation in IJSO and learning content in English will enhance their STEM career mobility. Students benefited from participating in scientific Olympiads, including making new friends, deepening their knowledge, and strengthening their critical thinking and problem-solving skills (Campbell & Tirri, 2017). Participants also stated that IJSO boosted their motivation, self-confidence, and English language skills while

reinforcing their interest in STEM careers (Dierks et al., 2014; Höffler et al., 2019). These findings are consistent with previous literature, as they highlight multiple similar advantages (Lim et al., 2014; Smith et al., 2021; Sahin et al., 2015). Moreover, the document analysis revealed that participation in certain international high-stakes science Olympiads proved beneficial, particularly in securing financial awards and governmental scholarships (MES, 2022). This finding aligns with previous research on the scholarship benefits of participating in Science Olympiads (Lim et al., 2014). However, field notes indicate that most students awarded local government scholarships do not use them, opting instead for international education mobility to study abroad, leveraging their educational capital.

From a sociocultural perspective, engaging in science fairs is a form of social interaction where students, through scaffolding in learning, operate within their zone of proximal development by practicing tasks that require higher-order thinking (Vygotsky, 1978). Early exposure to and communication within social interactions, such as international Science Olympiads, would be valuable in students' future STEM careers and academic pursuits, enhancing their intercultural communicative competence (Byram, 1997; Smakova & Paulsrud, 2020). Additionally, collaborative efforts within social interactions accelerate problem-solving processes and critical thinking skills (Trilling & Fadel, 2009). These higher mental functions, essential in the STEM context, are developed through collaborative and communicative practices, with the scaffolding of knowledgeable others that enable progress within the ZPD (Glick, 2012).

Language is a powerful tool for transmitting knowledge, developing, and reflecting. Furthermore, language is crucial in facilitating mediated interaction and the exchange of cultural and cognitive practices (Daniels, 2002). Students reported that articulating their science-related ideas in English was significantly more straightforward, and they preferred engaging with science content in English (Dalton-Puffer, 2011). Proficiency in English was noted as critical for studying scientific content, as it can either facilitate or hinder cognitive processes. As documented in field notes, social interaction during the Olympiad was conducted in English, with English serving as the *lingua franca* in such international educational contexts (Seidlhofer, 2005). However, English was not the only language that helped facilitate Kazakhstan's science education. A key contribution of this study is the identification of the role of the Russian language; it also plays a pivotal role in mediated interaction, cultural exchange, and cognitive practices. Some participants highlighted that Physics-related materials were primarily available in Russian, and they found scientific discussions more effective in Russian. On the one hand, these findings suggest that the CLIL, with English as the medium of instruction, serves as an effective tool for learning science content (Dalton-Puffer, 2011). On the other hand, adopting mostly English may challenge the dominant cultural framework, in this case Kazakh, potentially fostering a deviant value system and shifting away from traditional cultural norms in the long term (Agbo et al., 2023).

When viewed through the Science Capital lens (Archer et al., 2012), students' involvement in international science olympiads is seen as a means of increasing their science capital. Habitus, capital, and social contexts are the fundamental concepts of the comprehensive framework of Bourdieu's Theory of Practice (Grenfell & James, 2003), which operates as the foundation of Science Capital (Archer et al., 2012). Archer et al. (2012) define habitus as a set of dispositions that impact how individuals perceive and act in a social context. The findings suggest that students' academic habitus has been formed by the dominance of English in science education, accelerating the perception that English is the predefined language of Science. This aligns with Archer et al.'s (2012) argument that habitus is a deeply ingrained set of attitudes and behaviors shaped by social interaction. The findings highlight previously unexamined relationships between science education, science capital, and participants' cognitive development using Russian. The coexistence of the Russian language in Kazakhstani scientific discourse emphasizes different linguistic habitus among students. Some students connected strongly to English as a STEM education and scientific resource medium, while others internalized Russian as a preferred language for Physics and scientific discussion. This is similar to Bourdieu's (1991) concept of linguistic capital, in which language is a measure of social power, impacting students' access to knowledge and academic achievement. Russian has a significant

historical, political, and economic importance to Kazakhstan (Matuszkiewicz, 2010), serving as the *lingua franca* for the people of post-Soviet countries (Sabitova & Alishariyeva, 2015) and a tool of intercultural interaction (Dave, 2007).

The findings indicate that Russian still plays a significant role in Kazakhstan's educational and scientific contexts, contributing to students' cognitive development despite adopting the *Kazakhization* policy (Smagulova, 2008). As stated earlier, STEM education is designed to foster economic growth and encompass its associated aspects (Bybee, 2013). However, Wheeler (2017) claims that Kazakhs can establish a modern nation only by becoming proficient in the Kazakh language, even if they have mastered the two global languages of Russian and English. Wheeler's (2017) suggestion aligns with Byram's (1997) perspective, where the importance of the source language was emphasized to serve as a foundation for comparing, learning, and understanding the target language. It indicates that specific historical backgrounds and sociopolitical contexts mold science education in Kazakhstan, manipulating its development and implementation (Tolbert & Bazzul, 2017). Overall, the study findings revealed the use of multiple languages in science education. Further research is needed to examine how these language policy recommendations can be translated into effective classroom teaching strategies.

Additionally, Archer et al. (2015) highlight the intricate interplay of science-related cultural and social capitals, practices, and behaviors. Our findings support that scientific literacy goes beyond scientific knowledge and is more about utilizing such knowledge in a social context. Participants reported that involvement in science olympiads influenced their daily decision-making, allowing them to approach problems from multiple perspectives and engage in critical analysis (Archer et al., 2015). Regarding students' awareness of science career applicability in the future job market, participating in science-related learning contexts such as IJSO and science dispositions impact students' STEM career interests. In this study, science-related practices included watching TED Talks, participating in Science Olympiads, discussing Science, and interacting with other international Olympians, as indicated by participants. These behaviors improved students' motivation, enthusiasm, and self-esteem while also increasing students' scientific literacy and dispositions. Regarding pedagogical implications, teachers might consider incorporating project-based activities into their instruction to improve students' learning outcomes and interest in science. Finally, regarding social capital, family members and school instructors were essential role models within students' societal networks, promoting STEM career interests. However, this study did not cover all aspects of students' socioeconomic background, such as parental education, qualifications, cultural and social capital, and school types, which is a gap for further investigation.

The study has certain limitations. We did not aim to present this study's findings with the level of objectivity, quantifiability, and replicability required in research based on the positivistic paradigm (Agbo et al., 2023). Thus, employing a quantitative longitudinal study might provide more generalizable data. This approach enables examining changes in participants' dispositions, skills, and career trajectories over time, offering more profound insights into the long-term impact of Science Olympiad participation. Despite its exploratory nature, this study provides valuable insights into the dynamics of science education in Kazakhstan, highlighting the role of languages in action in strengthening science capital to build national identity. In terms of practical implications, extensive field notes revealed that Kazakhstani students lack practical experimental skills, which points to inadequate preparation for experiments, challenges faced by school teachers in delivering science experiment-related instruction, and the need for improved material and technical resources for conducting biology, chemistry, and physics experiments. This suggests that significant work is required with experimental tasks of the Science Olympiads.

Kazakhstan possesses the cultural, human, linguistic, and social capital necessary for economic development. While imitating international ideals may result in a failed educational system (Agbo et al., 2023; Fullan & Miles, 1992), the country's economy can benefit from 'knowledgeable citizenship' (Archer et al., 2014, p. 19), fostered through science capital. The findings indicate that English and Russian are considered the primary media of science education in Kazakhstan. Therefore, integrating Kazakh into science education could strengthen national identity through education. As Wheeler

(2017) stated, a nation can only achieve economic development when it attains proficiency in Kazakh. This perspective aligns with Byram's (1997) and Agbo et al. (2023) views. Science capital is essential for students' development and the economic growth of developing nations. Language, cultural, social, and human capital are key tools for fostering Kazakhstani capital, serving as a global competitiveness foundation. However, to what extent can we speak of our country's economic advancement if the source language and culture are not utilized in the education process? The researchers propose rethinking the role of the source language in science education to develop high-quality science capital that nurtures informed citizens.

Returning to the main research purpose, this study had two primary aims. First, this research explored students' perceived benefits of participating in international science initiatives and identified the key factors influencing their career interest. The researchers discussed the findings through the Science Capital Framework, which is a novel aspect, as scarce research has been conducted using this framework in the Kazakhstani context. Second, students' views on learning science through additional languages were studied, and it was found that, along with English, the Russian language also plays a role. Overall, this research achieved its aim and answered the research questions by providing detailed explanations of the key phenomena. Overall, this study contributes to the field of science education by employing the Science Capital Framework in the underexplored Kazakhstani context. Moreover, a major contribution relates to the exploration of the multilingual dimension of science learning and career interests.

References

- Agbo, S. A., Pak, N., Abdrasheva, D., & Karimova, B. (2026). Modernizing Kazakhstan's Higher Education: Challenges of Policy Borrowing and Doctor of Philosophy Graduation Requirements. *International Journal of Educational Reform*, 35(1), 229-255.
- Ali, A., Ahsan, S., & Dziegielewska, S. F. (2017). Social and family capital and youth career intention: A case study in Pakistan. *Cogent Business & Management*, 4(1), 1-16 <https://doi.org/10.1080/23311975.2017.1362838>
- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A., & Wong, B. (2015). "Science capital": A conceptual, methodological, and empirical argument for extending Bourdieusian notions of capital beyond the arts. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 922-948. <https://doi.org/10.1002/tea.21227>
- Archer, L., DeWitt, J., & Willis, B. (2014). Adolescent boys' science aspirations: Masculinity, capital, and power. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 1-30. <https://doi.org/10.1002/tea.21122>
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2012). Science aspirations, capital, and family habitus: How families shape children's engagement and identification with science. *American Educational Research Journal*, 49(5), 881-908. <https://doi.org/10.3102/0002831211433290>
- Balta, N., Japashov, N., Karimova, A., Agaidarova, S., Abisheva, S., & Potvin, P. (2023). Middle and high school girls' attitude to science, technology, engineering, and mathematics career interest across grade levels and school types. *Frontiers in Education*, 8, <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1158041>
- Baskaran, A. (2016). UNESCO science report: Towards 2030. Institutions and Economies, 8(2) 125-127.
- Bedecker, M., Ospanbek, A., Simons, M., Yessenbekova, A., & Zhalgaspayev, M. (2023). 'I can easily switch to the Kazakh language, also to the Russian language': Reimagining Kazakhstani CLIL implementation as a third space. *Language, Culture and Curriculum*, 37(2), 121-138. <https://doi.org/10.1080/07908318.2023.2245832>
- Black, S. E., Devereux, P. J., & Salvanes, K. G. (2005). The more the merrier: The effect of family size and birth order on children's education. *The Quarterly Journal of Economics*, 120(2), 669-700. <https://doi.org/10.1093/qje/120.2.669>

- Bourdieu, P. (1991). *Language and symbolic power*. Harvard University Press.
- Brown, J. (2012). The current status of STEM education research. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(5).
- Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities.
- Bybee, R. W., & Fuchs, B. (2006). Preparing the 21st-century workforce: A new reform in science and technology education. <https://doi.org/10.1002/tea.20147>
- Byram, M. (1997). *Teaching and assessing intercultural communicative competence*. Clevedon, UK: Multilingual Matters
- Campbell, J. R., & Walberg, H. J. (2011). Olympiad studies: Competitions provide alternatives to developing talents that serve national interests. *Roeper Review*, 33(1), 17. <https://doi.org/10.1080/02783193.2011.530202>
- Campbell, J., & Tirri, K. (2017). Mathematics and Science Olympiad studies: The outcomes of Olympiads and contributing factors to talent development of Olympians. *International Journal for Talent Development and Creativity*, 5(1), 49–60.
- Cenoz, J., Genesee, F., & Gorter, D. (2014). Critical analysis of CLIL: Taking stock and looking forward. *Applied Linguistics*, 35(3), 243-262. <https://doi.org/10.1093/applin/amt011>
- Chiang, F. K., Tang, Z., Zhu, D., & Bao, X. (2024). Gender disparity in STEM education: A survey research on girl participants in World Robot Olympiad. *International Journal of Technology and Design Education*, 34(2), 629-646. <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09830-0>
- Clarke, V., & Braun, V. (2017). Thematic analysis. *The journal of positive psychology*, 12(3), 297-298.
- Creswell, J. W. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Dalton-Puffer, C. (2011). Content-and-language integrated learning: From practice to principles? *Annual Review of Applied Linguistics*, 31, 182-204. <https://doi.org/10.1017/S0267190511000092>
- Daniels, H. (2002). *Vygotsky and pedagogy*. Routledge.
- Dave, B. (2007). *Kazakhstan: Ethnicity, language and power*. Routledge.
- DeJarnette, N. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- Dierks, P. O., Höffler, T. N., & Parchmann, I. (2014). Profiling interest of students in science: Learning in school and beyond. *Research in Science & Technological Education*, 32(2), 97-114. <https://doi.org/10.1080/02635143.2014.895712>
- Fullan, M. G., & Miles, M. B. (1992). Getting reform right: What works and what doesn't. *Phi delta kappan*, 73(10), 745-752.
- Glick, J. (2012). *The collected works of LS Vygotsky: The history of the development of higher mental functions*. Springer Science & Business Media.
- Grenfell, M., & James, D. (2003). *Bourdieu and education: Acts of practical theory*. Routledge.
- Höffler, T. N., Köhler, C., & Parchmann, I. (2019). Scientists of the future: An analysis of talented students' interests. *International Journal of STEM Education*, 6(29), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0184-1>
- Höffler, T. N., Bonin, V., & Parchmann, I. (2017). Science vs. sports: Motivation and self-concepts of participants in different school competitions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 817-836. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9717-y>
- Huertas-Abril, C. A., & Shashken, A. (2021). Exploring the potential of CLIL in Kazakhstan: A qualitative study. *Revista complutense de educación*, 32(2), 261. <https://doi.org/10.5209/rced.68345>

- Japashov, N., Naushabekov, Z., Ongarbayev, S., Postiglione, A., & Balta, N. (2022). STEM career interest of Kazakhstani middle and high school students. *Education Sciences*, 12(6), 397. <https://doi.org/10.3390/educsci12060397>
- Karabassova, L., & San Isidro, X. (2023). Towards translanguaging in CLIL: A study on teachers' perceptions and practices in Kazakhstan. *International Journal of Multilingualism*, 20(2), 556–575. <https://doi.org/10.1080/14790718.2020.1828426>
- Kim, D. (2024). Analysis of Students' Problem Solving for The Physics MCQ and Theory Problems of The 20th International Junior Science Olympiad (IJSO). *Journal of the International Gifted in Science*, 8(1), 1–22.
- Lather, P. (1986). Issues of validity in openly ideological research: Between a rock and a soft place. *Interchange*, 17(1), 63–84. <https://doi.org/10.1007/BF01807017>
- Lee, Y. M. (2024). Analysis of the 2023 International Junior Science Olympiad (IJSO) biological field questions. *Journal of the International Gifted in Science*, 8(1), 41–53.
- Lim, S. S., Cheah, H. M., & Hor, T. A. (2014). Science Olympiads as vehicles for identifying talent in the sciences: The Singapore experience. In *Communicating science to the public: Opportunities and challenges for the Asia-Pacific region* (pp. 195–211). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9097-0_12
- Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2009). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32(5), 669–685. <https://doi.org/10.1080/09500690902792385>
- Marsh, D. (2002). *CLIL/EMILE—The European dimension: Actions, trends and foresight potential*. University of Jyväskylä.
- Matuszkiewicz, R. (2010). The language issue in Kazakhstan: Institutionalizing new ethnic relations after independence. *Economic and Environmental Studies*, 10(2), 211–227.
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2016). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. John Wiley & Sons.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. SAGE Publications.
- Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan. (2022). *Rules for one-time rewards for international Olympiad winners and their teachers, including reward amounts*. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200029030>
- Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan. (2022). *List of international Olympiads and competitions, and criteria for awarding educational grants to winners and prize winners*. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200028848>
- Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan. (n.d.). *State program for the development of education and science for 2020–2025*. Adilet Legal Information System. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900000988>
- Nadhirah, N. N. A., & Fauzia, A. N. (2019, December). Profile of Emotional-Social Competence of Quarantine Participants of International Junior Science Olympiad (IJSO). In *5th International Conference on Education and Technology (ICET 2019)* (pp. 514–517). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/icet-19.2019.130>
- Oliver, M. C. (2017). Science olympiad students: A case study of aspiration, attitude, and achievement. In *Policy and Practice in Science Education for the Gifted* (pp. 147–157). Routledge.
- Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N., & Hoagwood, K. (2015). Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed-method implementation research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 42, 533–544. <https://doi.org/10.1007/s10488-013-0528-y>
- Park, H. Y. (2024). International Secondary Science Olympiad (IJSO) participants' awareness of science learning and career. *Journal of the International Gifted in Science*, 8(1), 55–67.
- Patton, M. Q. (2014). *Qualitative research and evaluation methods: Integrating theory and practice* (4th ed.). SAGE Publications.

- Ponterotto, J. G. (2006). Brief note on the origins, evolution, and meaning of the qualitative research concept thick description. *The Qualitative Report*, 11(3), 538–549. Retrieved from <http://www.citeseerx.ist.psu.edu>
- Sabitova, Z., & Alishariyeva, A. (2015). The Russian language in Kazakhstan: Status and functions. *Russian Journal of Communication*, 7(2), 213–217. <https://doi.org/10.1080/19409419.2015.1044877>
- Sahin, A., Gulacar, O., & Stuessy, C. (2015). High school students' perceptions of the effects of international science Olympiad on their STEM career aspirations and twenty-first-century skill development. *Research in Science Education*, 45, 785–805. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9439-5>
- Savin-Baden, M., & Major, C. (2023). *Qualitative research: The essential guide to theory and practice*. Routledge.
- Seidlhofer, B. (2005). English as a lingua franca. *ELT Journal*, 59(4), 339–341.
- Smagulova, J. (2008). Language policies of Kazakhization and their influence on language attitudes and use. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 11(3–4), 440–475. <https://doi.org/10.1080/13670050802148798>
- Smakova, K., & Paulsrud, B. (2020). Intercultural communicative competence in English language teaching in Kazakhstan. *Issues in Educational Research*, 30(2), 691–708.
- Smith, K. N., Jaeger, A. J., & Thomas, D. (2021). “Science Olympiad is why I’m here”: The influence of an early STEM program on college and major choice. *Research in Science Education*, 51(Suppl 1), 443–459. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09897-7>
- Top, N., Sahin, A., & Almus, K. (2015). A stimulating experience: I-SWEEEP participants' perceptions on the benefits of science olympiad and gender differences in competition category. *SAGE Open*, 5(3). <https://doi.org/10.1177/2158244015605355>
- Tolbert, S., & Bazzul, J. (2017). Toward the sociopolitical in science education. *Cultural Studies of Science Education*, 12, 321–330. <https://doi.org/10.1007/s11422-016-9737-5>
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. John Wiley & Sons.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wheeler, L. (2017). *A linguistic ethnographic perspective on Kazakhstan's trinity of languages: language ideologies and identities in a multilingual university community* (Doctoral dissertation, University of Birmingham).
- Wirt, J. L. (2011). An analysis of Science Olympiad participants' perceptions regarding their experience with the science and engineering academic competition. Seton Hall University.
- Xie, Y., Fang, M., & Shauman, K. (2015). STEM education. *Annual review of sociology*, 41(1), 331–357. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-071312-145659>
- Zholumbayev, O. M., Abilmazhinov, Y. T., Shakerkhan, K. O., Ontagarova, D. R., Sadykova, R. A. (2021). Priority aspects of stem education implementation in Kazakhstan and abroad and comparative aspects in development trends. *Moscow University Bulletin. Series 20. Pedagogical Education*. (4), 87–98

Шахризат Агайдарова¹, Нұрсұлтан Джапашов², Самат Максұтов^{3*}

^{1,3}SDU University, Қаскелең, Қазақстан

²Олбани университеті, Нью-Йорк штаты университеті, Олбани, Нью-Йорк, АҚШ

*e-mail: samat.maxutov@sdu.edu.kz

ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ОЛИМПИАДАЛАР КОНТЕКСТІНДЕ СІЛ АРҚЫЛЫ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ҒЫЛЫМИ КАПИТАЛДЫ ДАМУ

Аңдатпа. Қазақстанда ғылыми капиталды дамыту басым бағыттардың біріне айналууда. Ел білім беру жүйесіне халықаралық озық тәжірибелерді енгізуге ұмтылууда, алайда зерттеулер мен дайындықтың жеткіліксіздігі олардың тиімді жүзеге асырылуына әсер етеді. Осындай заманауи әдістердің бірі жаратылыстану пәндерін ағылшын тілінде оқыту. Бұл әдіс Content and Language Integrated Learning (CLIL) тәсілі деп аталады. CLIL көптілді білім беру контекстінде тіл мен мазмұнды біріктіріп, терең түсінуді қамтамасыз ететін трансформациялық стратегия ретінде қарастырылады. Бұл зерттеу Ғылыми Капитал тұжырымдамасын қолдана отырып, CLIL оқыту әдісі арқылы оқушылардың ғылыми капиталдарын қалай қалыптастыратынын зерттейді. Сұхбаттар, бақылаулар, және ресми құжаттар негізгі зерттеу инструменттері болып табылады. Зерттеу нәтижелері басқа да ғылыми еңбектермен сәйкес келетіні анықталды. Дегенмен, бұл зерттеуде жаратылыстану пәндерін оқытудағы тілдердің рөліне қатысты жаңа көзқарас ұсынылады. Зерттеу нәтижесіне сүйенсек, жаратылыстану бағытында орыс тілінің орны айрықша болғаны анықталды. Сонымен қатар, зерттеу жазбалар қатысушылардың практикалық дағдылары мен эксперименттік білімдерінің жеткіліксіз екенін көрсетті. Оқушылардың жеткіліксіз практикалық және эксперименттік дағдылар жоғары деңгейдегі олимпиадаларда бәсекеге қабілетті болуына және ғылыми капиталдың толық дамуына кедергі келтіреді. Осыған сәйкес, оқушылардың ғылыми капиталын жетілдіру мақсатында жаратылыстану пәндерін оқытудағы тілдердің, практикалық дағдылары мен эксперименттік білімдерін бағыттап жетілдіру маңызды болып табылады.

Түйін сөздер: ғылыми капитал, CLIL технологиясы, жаратылыстану олимпиадалары, STEM саласындағы кәсіби қызығушылық, Қазақстандық білім беру жүйесі

Шахризат Ағайдарова¹, Нурсұлтан Джанашиов², Самат Максұтов^{3}*

^{1,3}SDU University, Каскелен, Қазақстан

²Университет Олбани, Университет штата Нью-Йорк, Олбани, Нью-Йорк, США

*e-mail: samat.maxutov@sdu.edu.kz

РАЗВИТИЕ НАУЧНОГО КАПИТАЛА КАЗАХСТАНА ПОСРЕДСТВОМ CLIL В КОНТЕКСТЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОЛИМПИАД

Аннотация. Развитие научного капитала становится одним из приоритетных направлений в Казахстане. Страна стремится интегрировать лучшие международные практики в систему образования. Одной из таких инициатив является преподавание естественнонаучных дисциплин на английском языке с использованием подхода Content and Language Integrated Learning (CLIL). CLIL выступает как трансформирующая стратегия в условиях многоязычного образования, объединяя язык и содержание для обеспечения более глубокого понимания. Данное исследование рассматривает, как учащиеся формируют свой научный капитал в условиях CLIL через призму концепции научный капитал. Взгляды студентов были изучены посредством интервью и наблюдений, а также дополнены анализом документов. Полученные результаты в целом согласуются с существующей научной литературой; вместе с тем, исследование предлагает новый взгляд на роль языков в естествознании. Было установлено, что русский язык остается одним из доминирующих языков преподавания естественнонаучных дисциплин. Кроме того, заметки показывают, что участникам часто не хватает практических навыков и экспериментальных знаний, что ограничивает их способность успешно участвовать в олимпиадах высокого уровня и сдерживает полноценное развитие их научного капитала. Полученные результаты свидетельствуют о том, что для раскрытия научного капитала Казахстана необходимо более эффективно интегрировать языки в образовательную систему, а также совершенствовать учебные программы с целью развития практических навыков и экспериментальных знаний.

Ключевые слова: научный капитал, CLIL технологии, научные олимпиады, интерес к карьере в STEM-сфере, система образования Казахстана

Received 27 February 2026

IRSTI 15.81.21

DOI: <https://doi.org/10.47344/cz07r830>Lyu Anqi¹, Kudaibergenova Aliya², Tian Yuan^{3*}^{1,2}Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan³Central China Normal University, Wuhan, China*e-mail: tiany@ccnu.edu.cn

EMOTIONAL MANAGEMENT AND ACADEMIC EFFICACY: THE IMPACT OF EMOTIONAL REGULATION STRATEGIES ON ACADEMIC PERFORMANCE AMONG SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS

Abstract. This study employed a cross-sectional correlational design to investigate the relationship between test emotions, emotion regulation strategies (cognitive reappraisal and expressive suppression), and academic self-efficacy in senior high school students, aiming to inform psychological counseling for college entrance exam preparation. The research questions were: (1) What are the levels of test emotions, cognitive reappraisal, expressive suppression, and academic self-efficacy among senior high school students? (2) How are these variables associated with academic self-efficacy? The research hypotheses were: (1) cognitive reappraisal would be positively correlated with academic self-efficacy; (2) expressive suppression would be positively correlated with academic self-efficacy but with a weaker relationship; (3) test emotions would not be significantly correlated with academic self-efficacy; (4) cognitive reappraisal would be the strongest correlate of academic self-efficacy. A questionnaire survey was administered to 139 senior high school students from five randomly selected classes in a key high school in China. Data were analyzed using descriptive statistics, correlation analysis, and regression analysis. Cronbach's α coefficients for the scales were 0.81 for test emotions, 0.84 for cognitive reappraisal, 0.79 for expressive suppression, and 0.86 for academic self-efficacy. The results revealed that: (1) Students scored highest on cognitive reappraisal ($M=3.39$), followed by academic self-efficacy ($M=3.33$), expressive suppression ($M=2.95$), and test emotions ($M=2.78$); (2) Cognitive reappraisal showed a significant strong positive correlation with academic self-efficacy ($r=0.76, p<.01$), while expressive suppression exhibited a moderate positive correlation ($r=0.38, p<.01$). The correlation between test emotions and academic self-efficacy was not significant ($r=-0.07, p>.05$); (3) Regression analysis indicated that cognitive reappraisal had a strong statistical predictive effect on academic self-efficacy ($\beta=0.68, p<.001$), and expressive suppression had a moderate predictive effect ($\beta=0.21, p<.01$). Conversely, the predictive effect of test emotions was not significant ($\beta=-0.06, p>.05$). In conclusion, emotion regulation strategies are associated with academic self-efficacy more strongly than the emotional experience itself, with cognitive reappraisal emerging as a core associated factor. Therefore, school psychological counseling should prioritize cultivating students' cognitive reappraisal abilities.

Keywords: senior high school students, test emotions, cognitive reappraisal, expressive suppression, academic self-efficacy

Introduction

The final year of high school is widely regarded as a crucial stage where students' academic demands significantly increase. During this period, students not only need to prepare for exams but also have to cope with an increasing academic burden and higher expectations from teachers and parents. These challenges often bring about continuous psychological stress and may affect students' learning experience from non-cognitive aspects. In recent years, educational researchers have increasingly emphasized the significant role of emotional processes in shaping students' academic functioning, especially in high academic pressure situations (Pekrun, 2006; Putwain et al., 2018). For instance, emotional experiences during exam preparation have been proven to influence students'

learning motivation, learning engagement, and academic performance. More and more studies have shown that how students regulate their own emotions may have an equally or even more important impact. The theory of emotion regulation provides an important framework for understanding this process. Gross (1998, 2015) pointed out that emotion regulation refers to the process by which individuals influence their own emotional experiences, including when to experience emotions, what emotions to experience, and how to express emotions. Under this theoretical framework, cognitive reappraisal and expressive suppression are two widely studied emotion regulation strategies.

Although existing studies have separately explored the relationships between emotional experiences, emotion regulation, and academic outcomes, few studies have examined the relationships between test emotions, emotion regulation strategies, and academic self-efficacy simultaneously in the special context of high school graduation. Moreover, the existing literature is largely descriptive, lacking critical synthesis and explicit testing of hypothesized relationships among variables. Thus, the research gap addressed by this study is the lack of simultaneous examination of test emotions, cognitive reappraisal, expressive suppression, and academic self-efficacy in a single model among senior high school students facing high-stakes examinations, particularly in the Chinese cultural context. Based on this research gap, this study employed a cross-sectional correlational design to examine the overall levels of test emotions, cognitive reappraisal, expressive suppression, and academic self-efficacy among senior high school graduating students, and to analyze the relationships among these variables. The research questions were: (1) What are the levels of test emotions, cognitive reappraisal, expressive suppression, and academic self-efficacy among senior high school students? (2) How are test emotions, cognitive reappraisal, and expressive suppression associated with academic self-efficacy? The research hypotheses were as follows: (1) cognitive reappraisal would be positively correlated with academic self-efficacy; (2) expressive suppression would be positively correlated with academic self-efficacy, but with a weaker correlation than cognitive reappraisal; (3) test emotions would not be significantly correlated with academic self-efficacy; (4) cognitive reappraisal would be the strongest correlate of academic self-efficacy.

Literature Review

High school students face frequent exams and the pressure of entering higher education, making emotional regulation an important aspect of their academic life. Emotional regulation refers to the process by which individuals manage and change their emotional experiences and expressions (Gross & John, 2003). Gross (2015) proposed two main strategies: cognitive reappraisal and expressive suppression. Cognitive reappraisal is a pre-event-oriented strategy that adjusts the impact of emotions by changing the interpretation of the situation; expressive suppression is a response-oriented strategy that regulates emotions by suppressing their external expression. The relationship between emotional regulation and mental health has been well established. Aldao et al. (2010) conducted a meta-analysis of 100 studies and found that individuals who frequently use cognitive reappraisal reported lower levels of anxiety and depression, while those who relied on expressive suppression exhibited more psychological symptoms.

Despite the well-established role of emotion regulation in mental health, the application of these strategies to academic contexts remains under-specified. For instance, while cognitive reappraisal has been consistently associated with positive outcomes (Aldao et al., 2010; Gross & John, 2003), it remains unclear whether this effect operates through the same mechanisms in high-pressure academic settings as in daily emotional contexts. Furthermore, existing studies have predominantly focused on college students or younger adolescents, leaving the unique developmental stage of senior high school students—characterized by impending high-stakes examinations—largely unexplored.

Another critical gap concerns cultural context. Solhi et al. (2023) found that the negative effects of expressive suppression were attenuated in collectivist cultures, suggesting that cultural norms around emotional expression may moderate the effectiveness of different regulation strategies. However, most existing studies have been conducted in Western individualist contexts, limiting their applicability to East Asian educational settings where emotional restraint may be more socially valued.

In the academic field, Pekrun's Control-Value Theory clarifies the mechanism of academic emotions, suggesting that students' sense of control and value of academic activities affect their emotional experiences and, in turn, their learning outcomes. Why is cognitive reappraisal beneficial for learning? One explanation is that when students reinterpret exams as "challenges" rather than "threats," the interference of anxiety on attention and working memory is reduced, thereby releasing more cognitive resources for learning (Gross, 2015). Lande et al. (2023) used a combination of electroencephalogram (EEG) and questionnaires to study teenagers and found that students with stronger cognitive reappraisal abilities reported higher self-efficacy, while expressive suppression did not show this correlation.

Moreover, the relationship between emotion regulation and academic self-efficacy—a key motivational construct—has received insufficient attention. While Lande et al. (2023) provided preliminary evidence using EEG measures, their sample was not specifically focused on exam-stressed students. Thus, the present study aims to address these gaps by examining both cognitive reappraisal and expressive suppression in relation to academic self-efficacy within a high-stakes testing context.

Solhi et al. (2023) conducted a cross-cultural comparative study in Turkey, Iran, and Norway, finding that emotional regulation has cultural differences in its impact on academic burnout, suggesting that the negative effects of expressive suppression may be moderated in collectivist cultures. Yim et al. (2024) found in a study of Malaysian high school students that exam anxiety reduces students' willingness to continue their education, while positive emotions have the opposite effect. Gusmão and Fontaine (2020)'s review states that cognitive reappraisal is usually beneficial for learning, while the effect of expressive suppression is context-dependent: it may be functional in short-term social contexts, but it will consume an individual's psychological resources in long-term academic stress.

Intervention studies are important for cultivating students' emotion regulation skills in the school environment. Dunning et al. (2019) analyzed 15 randomized controlled trials of mindfulness training and found that adolescents' attention and self-efficacy improved moderately. Villavicencio-Ayala and Bernardo (2024) conducted a recent meta-analysis that confirmed that students with stronger emotional regulation abilities experienced less academic burnout, and this effect was more significant in high school students than in junior high school students. Based on this theory, Chinese scholars have also made important contributions. Dong and Yu (2007) compiled the Chinese Adolescent Academic Emotions Questionnaire, which has been widely adopted. Yu et al. (2025) found in a survey of high school students that cognitive reappraisal is positively correlated with positive mental health, while expressive suppression is negatively correlated. Additionally, emotion regulation strategies play a mediating role between mental health beliefs and personal growth. These studies show that in the context of Chinese culture, students using cognitive reappraisal as a coping strategy can not only alleviate exam anxiety but also contribute to improving mental health.

Methods

Research Design

This study employed a cross-sectional correlational design. Data were collected at a single time point, and no experimental manipulation was applied. Therefore, all interpretations of associations are correlational, and causal inferences cannot be drawn.

Participants and Sampling

The present study recruited 139 senior high school students from five randomly selected classes in a key high school in China. This sampling strategy (random selection of classes within a single school) was intended to reduce selection bias at the class level while maintaining feasibility for a preliminary investigation. However, as the sample was drawn from a single school, the generalizability of the findings is limited (see Limitations section). A total of 139 valid questionnaires were returned. The sample characteristics are presented in Table 1.

Table 1

Sample Characteristics (N = 139)

Variable	Category	n	%
Gender	Male	95	68.3
	Female	44	31.7
Academic Rank	Top 20%	40	28.8
	21%-50%	59	42.4
	51%-80%	29	20.9
	Bottom 20%	11	7.9
Academic Trajectory	Markedly Improved	8	5.8
	Slightly Improved	37	26.6
	Relatively Stable	36	25.9
	Slightly Declined	39	28.1
	Markedly Declined	19	13.7

Instruments

All scales were developed or adapted based on existing literature. The Test Emotions Scale was adapted from the Chinese Adolescent Academic Emotions Questionnaire (Dong & Yu, 2007). The Cognitive Reappraisal Scale and Expressive Suppression Scale were adapted from the Emotion Regulation Questionnaire (Gross & John, 2003). The Academic Self-Efficacy Scale was adapted from previously validated measures of academic self-efficacy in Chinese student populations (Tian & Guo, 2004). Content validity was confirmed by expert review. The internal consistency reliability (Cronbach's α) for each scale was good: 0.81 for the Test Emotions Scale, 0.84 for the Cognitive Reappraisal Scale, 0.79 for the Expressive Suppression Scale, and 0.86 for the Academic Self-Efficacy Scale.

The Exam Emotional Experience Scale (EE) contains 5 items, used to assess students' emotional experiences during exam preparation and the exam process. Among them, the 5th item (EE5) "During my senior year study, I also experience positive learning emotions" is a reverse-scored item. All items are scored using a 5-point Likert scale, ranging from 1 (completely disagree) to 5 (completely agree). The higher the score, the stronger the students' negative emotional experiences during exams.

The Cognitive Reappraisal Scale (CR) contains 5 items, used to measure students' tendency to regulate emotions by changing their cognitive interpretations of academic situations. One representative item is: "When I encounter difficulties in my studies, I will try to understand the problem from a new perspective." The higher the score, the more likely the student is to use cognitive reappraisal strategies.

The Expressive Suppression Scale (ES) contains 5 items, used to assess the degree to which students suppress the expression of emotions. One item is: "Even when I feel down, I will deliberately avoid showing it to others." The higher the score, the more likely the student is to use expressive suppression strategies.

The Academic Self-Efficacy Scale (LE) contains 6 items, used to measure students' confidence in maintaining effective learning in the face of emotional fluctuations. One item is: "Even when I experience significant emotional fluctuations, I can still maintain a high level of learning efficiency." The higher the score, the higher the students' academic self-efficacy level.

Ethical Considerations

All participants and their legal guardians signed informed consent forms, agreeing to participate in this study and allowing their data to be used for academic purposes.

Results

All statistical analyses were conducted in accordance with APA 7th edition standards. Descriptive statistical analyses were conducted for each dimension, and the results are presented in Table 2.

Table 2

Descriptive Statistics for Each Dimension (N = 139)

Dimension	Number	Mean	Standard	Skewness	Kurtosis
-----------	--------	------	----------	----------	----------

	of Items	(M)	Deviation (SD)		
Test Emotions (EE)	5	2.78	0.89	0.32	-0.41
Cognitive Reappraisal (CR)	5	3.39	0.94	-0.28	-0.63
Expressive Suppression (ES)	5	2.95	0.91	0.15	-0.55
Academic Self-Efficacy (LE)	6	3.33	0.86	-0.19	-0.48

The results showed that cognitive reappraisal yielded the highest score ($M = 3.39$), academic self-efficacy ranked second ($M = 3.33$), expressive suppression fell in the middle range ($M = 2.95$), and test emotions scored the lowest ($M = 2.78$).

Gender Difference Analysis: An independent samples t-test was conducted, with the results presented in Table 3. On the expressive suppression dimension, male students ($M = 3.05$, $SD = 0.92$) scored higher than female students ($M = 2.73$, $SD = 0.85$), with the difference approaching significance ($t = 1.97$, $p = .051$). On the other dimensions, gender differences were not significant ($p > .05$).

Table 3

Gender Differences in Study Variables (N = 139)

Dimension	Male(n=95)	Female (n=44)	t	p
Test Emotions (EE)	2.71±0.87	2.93±0.92	-1.38	.170
Cognitive Reappraisal (CR)	3.42±0.96	3.33±0.90	0.52	.604
Expressive Suppression (ES)	3.05±0.92	2.73±0.85	1.97	.051
Academic Self-Efficacy (LE)	3.35±0.88	3.29±0.83	0.38	.705

Table 4

Pearson Correlation Matrix (r) Among Dimensions

Dimension	Test Emotions (EE)	Cognitive Reappraisal (CR)	Expressive Suppression (ES)	Academic Self-Efficacy (LE)
Test Emotions (EE)	1			
Cognitive Reappraisal (CR)	-0.18*	1		
Expressive Suppression (ES)	0.23**	-0.12	1	
Academic Self-Efficacy (LE)	-0.07	0.76**	0.38**	1

Note: * $p < .05$, ** $p < .01$

The results showed : (1) Cognitive reappraisal demonstrated a strong positive correlation with academic self-efficacy ($r = 0.76$, $p < .01$); (2) Expressive suppression showed a moderate positive correlation with academic self-efficacy ($r = 0.38$, $p < .01$); (3) The correlation between test emotions and academic self-efficacy was not significant ($r = -0.07$, $p > .05$).

To further explore the statistical predictive effects of various variables on academic self-efficacy in a correlational sense (not implying causation), a multiple linear regression analysis (stepwise method) was conducted with academic self-efficacy as the dependent variable and test

emotions, cognitive reappraisal, and expressive suppression as independent variables. The results are presented in Table 5.

Table 5

Multiple Linear Regression Analysis (Stepwise Method) with Academic Self-Efficacy as Dependent Variable

Predictor	Unstandardized Coefficients B	Standard Error	Standardized Coefficients β	t	p	Collinearity Diagnostics
Constant	0.89	0.21		4.24	< .001	
Cognitive Reappraisal (CR)	0.62	0.05	**0.68**	12.40	< .001	VIF=1.04
Expressive Suppression (ES)	0.20	0.05	**0.21**	4.00	< .001	VIF=1.06
Test Emotions (EE)	-0.06	0.05	** -0.06**	-1.20	.232	VIF=1.08

Model Summary: $R = 0.78$, $R^2 = 0.61$, Adjusted $R^2 = 0.60$, $F(3,135) = 70.52$, $p < 0.001$

The results showed: Cognitive reappraisal had a significant positive predictive effect on academic self-efficacy ($\beta = 0.68$, $p < .001$); expressive suppression also had a significant positive predictive effect ($\beta = 0.21$, $p < .001$); the predictive effect of test emotions was not significant ($\beta = -0.06$, $p = .232$). All VIF values were close to 1, indicating no multicollinearity issues.

Based on the above findings, the following theoretical path model can be constructed (Figure 1).

Figure 1

Path model

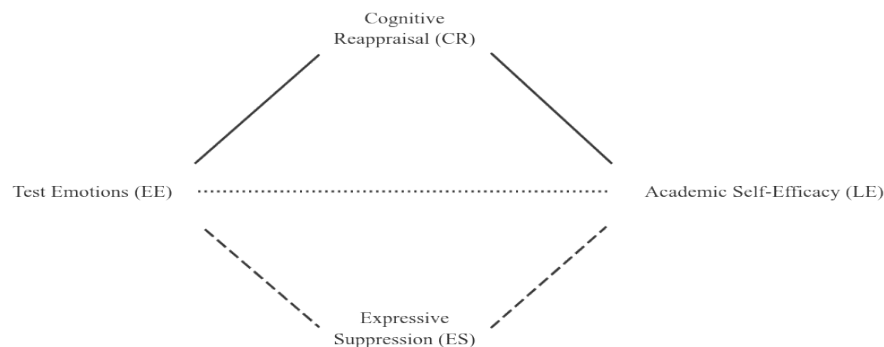


Figure 1. Path model showing standardized regression coefficients (β). Solid line = strong statistical predictive path ($CR \rightarrow LE$, $\beta = 0.68$); dashed line = moderate predictive path ($ES \rightarrow LE$, $\beta = 0.21$); dotted line = non-significant path ($EE \rightarrow LE$, $\beta = -0.06$, $*p^* = .232$). Note: All coefficients are from a cross-sectional correlational design and do not imply causation.

Discussion

This study employed a cross-sectional correlational design to investigate the relationships among test emotions, emotion regulation strategies, and academic self-efficacy in third-year senior high school students. The results supported most of the hypotheses: cognitive reappraisal was strongly positively correlated with academic self-efficacy, expressive suppression was moderately positively correlated, and test emotions showed no significant correlation. Cognitive reappraisal was the strongest correlate of academic self-efficacy.

Consistent with previous research, cognitive reappraisal scored the highest and showed a strong positive correlation with academic self-efficacy ($r = 0.76$). This suggests that students who are able to reinterpret and appraise stressful situations through cognitive means are more likely to maintain higher levels of academic self-efficacy. Expressive suppression also showed a positive correlation ($r = 0.38$), but its effect size was notably weaker ($\beta = 0.21$), suggesting that the role of this strategy in academic adaptation is context-dependent (Gross & John, 2003). The correlation between test emotions and academic self-efficacy was not significant ($r = -0.07$), nor was its predictive effect significant in the regression model ($\beta = -0.06$, $p = .232$), indicating that after controlling for emotion regulation strategies, the direct contribution of emotional experience itself to academic self-efficacy is limited.

Unexpected Findings and Possible Explanations

Contrary to expectations, test emotions showed no significant correlation or statistical predictive effect on academic self-efficacy ($\beta = -0.06$, $p = .232$). This finding, while aligning with the primary hypothesis, contradicts some previous research suggesting that negative emotions directly impair academic functioning (Pekrun, 2006). One possible explanation is that emotion regulation strategies act as a mediating mechanism that supersedes the direct effects of emotional experience. In other words, whether a student experiences anxiety may matter less than how they respond to that anxiety. This interpretation is consistent with Gross's (2015) process model, which emphasizes regulation over raw emotional experience.

Another noteworthy finding is the near-significant gender difference in expressive suppression ($p = .051$), with male students scoring higher than female students. This aligns with socialization theories suggesting that males are often encouraged to suppress emotional expression, particularly vulnerable emotions (Gross & John, 2003). However, the lack of significant gender differences in other variables suggests that once students enter the high-pressure environment of senior year, gender-based differences in emotion regulation may diminish or become less salient.

Comparison with Cross-Cultural Findings

Solhi et al.'s (2023) cross-cultural study found that the negative effects of expressive suppression were less pronounced in collectivist cultures. Our finding that expressive suppression had a moderate positive correlation with academic self-efficacy ($r = 0.38$) provides partial support for this cultural moderation effect. In the Chinese educational context, where emotional restraint is often valued as a sign of maturity, expressive suppression may serve a more adaptive function than in Western contexts, at least in the short term.

Important Caveat on Interpretation

It is important to note that this study employed a cross-sectional design, which does not allow for causal inferences. Therefore, the term "predictive effect" is used strictly in a statistical sense (i.e., variance explained in regression models) and should not be interpreted as causal. All relationships reported are correlational.

Limitations and Future Directions

This study has several limitations. First, the cross-sectional design precludes determining causal relationships among variables. For example, while we found that cognitive reappraisal statistically predicts academic self-efficacy, the reverse direction—that students with higher self-efficacy are more likely to engage in reappraisal—is equally plausible. Future research could employ longitudinal or experimental designs to explore causal directions.

Second, the sample was drawn from a single school with a higher proportion of male students (68.3%), which may affect the generalizability of the findings. The overrepresentation of male students limits the extent to which the results can be generalized to female students, and the single-school sampling restricts applicability to other educational contexts. Future studies should recruit more diverse and balanced samples across multiple schools and regions.

Third, all data were collected via self-report measures, which may be subject to social desirability bias. Students may have underreported negative emotions or overreported adaptive regulation strategies due to social expectations. Future studies could incorporate teacher ratings, behavioral

observations, or physiological indicators such as EEG or heart rate variability to provide multi-method validation.

Fourth, the study did not examine the moderating role of cultural background on the effectiveness of emotion regulation strategies; cross-cultural comparisons are recommended for future research. Additionally, the cross-sectional design prevents examination of how emotion regulation strategies might change over time or how their effects might accumulate across the academic year. Longitudinal studies tracking students from the beginning to the end of the senior year would provide valuable insights into these developmental processes.

Recommendations

Based on the research findings, the following suggestions are proposed for the psychological counseling and educational practice of third-year senior high school students, focusing on cultivating emotion regulation abilities:

1. Emphasize the cultivation of cognitive reappraisal ability. Given the significant association between cognitive reappraisal and academic self-efficacy, school mental health education should prioritize the development of this ability. Through systematic courses or group counseling, students can be guided to identify irrational cognitions, adjust negative interpretations of exam pressure, and form more positive and reasonable cognitive patterns. Practical strategies include: (a) conducting weekly 20-minute “thought record” exercises where students identify and reframe exam-related negative thoughts; (b) using case-based discussions to demonstrate how peers successfully reappraise stressful situations; and (c) integrating cognitive reappraisal prompts into regular classroom instruction (e.g., “Before this quiz, let’s think of it as a learning check rather than a judgment of your ability”).

2. Guide students in the appropriate use of expressive suppression strategies. The research found that expressive suppression has a certain predictive effect on academic self-efficacy, but its effect size is weaker than that of cognitive reappraisal. Therefore, help students understand the short-term adaptability and long-term limitations of this strategy to avoid over-reliance. School counselors should teach students to recognize situations where suppression may be temporarily useful (e.g., during an exam when focus is needed) while also introducing alternative strategies for long-term emotional health.

3. Strengthen emotional cognition education. The research results indicate that test emotions themselves do not have a significant direct impact on academic self-efficacy. Therefore, help students correctly understand the universality and adaptive functions of emotions, reduce excessive worry about negative feelings, and guide students to focus on learning and applying emotion regulation strategies. Classroom activities might include normalizing discussions about anxiety, helping students distinguish between helpful and unhelpful worry, and teaching that emotions are transient states rather than fixed traits.

4. Provide individualized psychological support. Students exhibit differences in emotional experiences and academic adaptation. Combine psychological assessments with individual counseling to deliver targeted interventions for students struggling with academic adaptation. Schools could implement tiered support systems: universal emotion regulation training for all students, targeted group interventions for those showing early signs of difficulty, and individualized counseling for students with significant academic or emotional challenges.

References

- Aldao, A., Nolen-Hoeksema, S., & Schweizer, S. (2010). Emotion-regulation strategies across psychopathology: A meta-analytic review. *Clinical Psychology Review*, 30(2), 217–237. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2009.11.004>
- Dong, Y., & Yu, G. L. (2007). Development and application of the Academic Emotions Questionnaire for adolescents. *Acta Psychologica Sinica*, 39(5), 852–860. (Original work published in Chinese)

- Dunning, D. L., Griffiths, K., Kuyken, W., Crane, C., Foulkes, L., Parker, J., & Dalgleish, T. (2019). Research Review: The effects of mindfulness-based interventions on cognition and mental health in children and adolescents—a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *60*(3), 244–258. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12980>
- Gross, J. J. (2015). Emotion regulation: Current status and future prospects. *Psychological Inquiry*, *26*(1), 1–26. <https://doi.org/10.1080/1047840X.2014.940781>
- Gross, J. J., & John, O. P. (2003). Individual differences in two emotion regulation processes: Implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, *85*(2), 348–362. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.85.2.348>
- Gusmão, E. C. S., & Fontaine, A. M. G. V. (2020). Emotion regulation and academic performance: A systematic review of empirical research. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, *36*, Article e36511. <https://doi.org/10.1590/0102.3772e36511>
- Lande, N. M., Sælid, G. A., & Hjemdal, O. (2023). The role of emotion regulation for general self-efficacy in adolescents assessed through both neurophysiological and self-reported measures. *Psychology Research and Behavior Management*, *16*, 3373–3383. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S419677>
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., & Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist*, *37*(2), 106. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3702_4
- Solhi, M., Eğinli, İ., & Adıgüzel, A. (2023). The role of emotion regulation in academic burnout: A cross-cultural comparison. *Current Psychology*, *42*, 28947–28960. <https://doi.org/10.1007/s12144-022-03839-9>
- Tian, B., & Guo, D. J. (2004). The differential patterns of how different types of test anxiety affect test performance. *Psychological Development and Education*, *20*(3), 75–80. (Original work published in Chinese)
- Villavicencio-Ayala, E., & Bernardo, A. B. I. (2024). Emotion regulation and academic burnout among youth: A quantitative meta-analysis. *Educational Psychology Review*, *36*(3), Article 106. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09933-1>
- Yim, J. S. C., Sedhu, D. S., & Abdul-Rahim, P. R. M. (2024). Emotion matters: Understanding the role of achievement emotions in high school students' decision for tertiary education. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *42*(2), 223–240. <https://doi.org/10.1177/07342829231216835>
- Yu, H., Chen, W. B., & Zhang, N. (2025). The effect of incremental implicit mental health beliefs on high school students' personal growth initiative: The chain mediating role of emotion regulation strategies and positive mental health. *Chinese Journal of Clinical Psychology*, *33*(4), 782–787, 831. (Original work published in Chinese)
- Zhang, W., & Wang, M. (2023). A meta-analysis of the relationship between emotion regulation strategies and academic engagement. *Frontiers in Psychology*, *14*, Article 1086456. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1086456>
- Zhao, X., Zhou, D. L., Dai, L., & Zuo, D. (2017). Regulatory emotional self-efficacy and test anxiety: The mediating effect of reappraisal. *Chinese Journal of Clinical Psychology*, *25*(1), 120–126. (Original work published in Chinese)

Люй Аньци¹, Құдайбергенова Әлия², Тянь Юань^{3*}

^{1,2}Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

³Орталық Қытай педагогикалық университеті, Ухань, Қытай

*e-mail: tiany@ccnu.edu.cn

ЭМОЦИЈЛАРДЫ БАСҚАРУ ЖӘНЕ АКАДЕМИЈАЛЫҚ ӨЗІНДІК ТИІМДІЛІК: ЭМОЦИЈЛАРДЫ РЕТТЕУ СТРАТЕГИЈАЛАРЫНЫҢ СТУДЕНТТЕР АКАДЕМИЈАЛЫҚ ҮЛГЕРІМІНЕ ЫҚПАЛЫ

Андатпа. Бұл зерттеуде жоғары сынып оқушыларының емтихан эмоциялары, эмоцияларды реттеу стратегиялары (когнитивті қайта бағалау және экспрессивті басу) және академиялық өзіндік тиімділік арасындағы байланысты зерттеу үшін көлденең корреляциялық дизайн қолданылды, мақсаты – университетке түсу емтиханына дайындық кезінде психологиялық кеңес беруді қамтамасыз ету. Зерттеу сұрақтары: (1) Жоғары сынып оқушыларында емтихан эмоцияларының, когнитивті қайта бағалаудың, экспрессивті басудың және академиялық өзіндік тиімділіктің деңгейлері қандай? (2) Бұл айнымалылар академиялық өзіндік тиімділікпен қалай байланысады? Зерттеу болжамдары: (1) когнитивті қайта бағалау академиялық өзіндік тиімділікпен оң корреляцияланады; (2) экспрессивті басу академиялық өзіндік тиімділікпен оң корреляцияланады, бірақ әлсізірек байланыспен; (3) емтихан эмоциялары академиялық өзіндік тиімділікпен маңызды корреляцияланбайды; (4) когнитивті қайта бағалау академиялық өзіндік тиімділіктің ең күшті корреляты болады. Әдістер: Қытайдағы ірі мектептердің бірінде кездейсоқ тандалған бес сыныптан 139 жоғары сынып оқушысы арасында сауалнама жүргізілді. Деректер сипаттамалық статистика, корреляциялық талдау және регрессиялық талдау арқылы талданды. Шкалалар үшін Кронбах α коэффициенттері: емтихан эмоциялары үшін 0,81, когнитивті қайта бағалау үшін 0,84, экспрессивті басу үшін 0,79 және академиялық өзіндік тиімділік үшін 0,86 құрады. Нәтижелер көрсеткендей: (1) Оқушылар ең жоғары ұпайды когнитивті қайта бағалаудан ($M=3,39$), содан кейін академиялық өзіндік тиімділіктен ($M=3,33$), экспрессивті басудан ($M=2,95$) және емтихан эмоцияларынан ($M=2,78$) алды; (2) Когнитивті қайта бағалау академиялық өзіндік тиімділікпен маңызды күшті оң корреляция көрсетті ($r=0,76$, $p<0,01$), ал экспрессивті басу орташа оң корреляция көрсетті ($r=0,38$, $p<0,01$). Емтихан эмоциялары мен академиялық өзіндік тиімділік арасындағы корреляция маңызды емес болды ($r=-0,07$, $p>0,05$); (3) Регрессиялық талдау когнитивті қайта бағалаудың академиялық өзіндік тиімділікке күшті статистикалық болжамдық әсері бар екенін көрсетті ($\beta=0,68$, $p<0,001$), ал экспрессивті басудың орташа болжамдық әсері бар ($\beta=0,21$, $p<0,01$). Керісінше, емтихан эмоцияларының болжамдық әсері маңызды емес болды ($\beta=-0,06$, $p>0,05$). Қорытынды: Эмоцияларды реттеу стратегиялары академиялық өзіндік тиімділікпен эмоционалдық тәжірибенің өзіне қарағанда күштірек байланысты, ал когнитивті қайта бағалау негізгі байланысты фактор ретінде шығады. Сондықтан мектептегі психологиялық кеңес беру оқушылардың когнитивті қайта бағалау қабілеттерін дамытуға басымдық беруі керек.

Түйін сөздер: жоғары сынып оқушылары, емтихан эмоциялары, когнитивті қайта бағалау, экспрессивті басу, академиялық өзіндік тиімділік

Люй Аньци¹, Кудайбергенова Алия², Тянь Юань^{3}*

^{1,2}Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

³Центрально-Китайский педагогический университет, Ухань, Китай

*e-mail: tiany@ccnu.edu.cn

УПРАВЛЕНИЕ ЭМОЦИЯМИ И АКАДЕМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ: ВЛИЯНИЕ СТРАТЕГИЙ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ НА АКАДЕМИЧЕСКУЮ УСПЕВАЕМОСТЬ СТУДЕНТОВ

Аннотация. В данном исследовании использовался кросс-секционный корреляционный дизайн для изучения взаимосвязи между экзаменационными эмоциями, стратегиями регуляции эмоций (когнитивное переоценивание и экспрессивное подавление) и академической самоэффективностью у старшеклассников, с целью информирования

психологического консультирования при подготовке к вступительным экзаменам в вузы. Вопросы исследования: (1) Каков уровень экзаменационных эмоций, когнитивного переоценивания, экспрессивного подавления и академической самооэффективности у старшеклассников? (2) Как эти переменные связаны с академической самооэффективностью? Гипотезы исследования: (1) когнитивное переоценивание будет положительно коррелировать с академической самооэффективностью; (2) экспрессивное подавление будет положительно коррелировать с академической самооэффективностью, но эта связь будет слабее; (3) экзаменационные эмоции не будут значимо коррелировать с академической самооэффективностью; (4) когнитивное переоценивание будет самым сильным коррелятом академической самооэффективности. Методы: Анкетный опрос был проведен среди 139 старшеклассников из пяти случайно выбранных классов в одной из ключевых школ Китая. Данные были проанализированы с помощью описательной статистики, корреляционного и регрессионного анализов. Коэффициенты α Кронбаха для шкал составили: 0,81 для экзаменационных эмоций, 0,84 для когнитивного переоценивания, 0,79 для экспрессивного подавления и 0,86 для академической самооэффективности. Результаты показали, что: (1) Самый высокий балл учащиеся набрали по шкале когнитивного переоценивания ($M = 3,39$), за ним следуют академическая самооэффективность ($M = 3,33$), экспрессивное подавление ($M = 2,95$) и экзаменационные эмоции ($M = 2,78$); (2) Когнитивное переоценивание показало значимую сильную положительную корреляцию с академической самооэффективностью ($r = 0,76$, $p < 0,01$), в то время как экспрессивное подавление обнаружило умеренную положительную корреляцию ($r = 0,38$, $p < 0,01$). Корреляция между экзаменационными эмоциями и академической самооэффективностью не была значимой ($r = -0,07$, $p > 0,05$); (3) Регрессионный анализ показал, что когнитивное переоценивание обладает сильным статистическим предиктивным эффектом в отношении академической самооэффективности ($\beta = 0,68$, $p < 0,001$), а экспрессивное подавление — умеренным предиктивным эффектом ($\beta = 0,21$, $p < 0,01$). Напротив, предиктивный эффект экзаменационных эмоций не был значимым ($\beta = -0,06$, $p > 0,05$). Заключение: Стратегии регуляции эмоций связаны с академической самооэффективностью в большей степени, чем сами эмоциональные переживания, при этом когнитивное переоценивание выступает в качестве ключевого связанного фактора. Таким образом, школьное психологическое консультирование должно уделять первостепенное внимание развитию у учащихся способности к когнитивному переоцениванию.

Ключевые слова: старшеклассники, экзаменационные эмоции, когнитивное переоценивание, экспрессивное подавление, академическая самооэффективность

Received 1 March 2026

IRSTI 16.01.45

DOI: <https://doi.org/10.47344/r7bksa52>S. Penkina^{1*}, Z. Koksheeva¹, M. Akmambetova²¹Yessenov University, Aktau, Kazakhstan²Astrakhan State University, Astrakhan, Russia*e-mail: sona.penkina@yu.edu.kz

FIRST-YEAR STUDENTS' LEARNING EXPERIENCES WITH THE AI-POWERED APP IN AN ENGLISH LANGUAGE COURSE AT A KAZAKHSTANI UNIVERSITY

Abstract. In recent years, Kazakhstan's education policy has chosen trilingualism as the focus for nation development. However, the rapid growth of technologies and artificial intelligence has placed new opportunities in the educational sector. Thus, educational institutions tend to personalise the learning process by incorporating AI-powered applications into curricula. This study investigates how first-year students in a Kazakhstani university experience the AI-powered application within the blended learning format. Despite the focus on improving English language proficiency and early English language exposure, universities face a gap between students' school transcript grades and actual knowledge. Many students enter universities with a language proficiency different from the one approved in the school transcript. Traditional classroom-based instruction alone often struggles to meet these diverse needs, prompting institutions to explore new modalities that can offer adaptive, personalised learning pathways. AI-driven language learning applications such as NeoStudy appear promising in this regard, yet little empirical evidence exists on how first-year students in Kazakhstani universities actually perceive, use, and benefit from such tools.

Keywords: AI, AI-powered application, English language teaching, first-year students, language application, EFL classroom, blended learning

Introduction

Artificial Intelligence (AI) is a subdivision of computer science that employs algorithms and machine learning techniques to emulate or mimic human intelligence (Helm et al., 2020). Since its development, many fields tend to incorporate the AI into their activities, including educational sector. Within the educational context, the use of artificial intelligence is aimed at supporting learners' environment. These contemporary educational technologies are being progressively incorporated into classroom practices, promoting speech and semantic recognition, image recognition, augmented and virtual reality, machine learning, brain neuroscience, quantum computing, and blockchain solutions. A growing number of AI-driven educational tools are currently being adopted in the USA and European countries (Yufeia et al., 2020). For the last three years, Kazakhstan has been implementing AI and Digitalization as one of the key vectors of government development.

Considerable progress toward AI implementation has been achieved over the past 25 years. Some research have been conducted to determine the students' perspectives or implementation challenges whereas Kazakhstani scholars begin to explore AI integration into education.

In September 2025, The President of the Republic of Kazakhstan, Kasym-Zhomart Tokayev addressed a message to the country about the AI in the era of digital transformation. More systematic AI integration into curriculum has become an educational trend since 2025 after the President's statement of digitalization and educational achievements (Tokayev, 2024). However, since the topic is relevantly novice, there is lack of research on students' achievements and perspectives while using the AI-powered English language applications in Kazakhstan.

Thus, this study aims to explore the students' experiences on using AI-powered application as a tool of learning English as a foreign language.

There are several studies that highlighted the negative impact on students' achievements and education (Basha, 2024; Rahman et al., 2023) that adds confusion and contradictory conclusions.

The above mentioned inconsistencies give us the overarching research question: How do Kazakhstani students feel about integrating the AI-powered applications into formal learning? This research question assumes to search the answers for the following research questions:

- 1) What opportunities do students have when using the application for EFL learning?
- 2) What challenges do students experience in an AI-enhanced classroom?
- 3) Is there any relationship between the students' academic achievements and the amount of time allocated for AI-enhanced learning?

While some research were focused on the challenges teachers face while introducing the AI in their classrooms (Weber, 2024; Kalra, 2024) or general impact on education (Rahman et al., 2023; Kalra, 2024) there is still lack of research of students' perspectives and their academic results in Kazakhstan. The present study will contribute to the current real-word problem. The current body of knowledge will receive some theoretical conceptualization of the current educational paradigm in high schools. In addition, the findings will be useful for university educators to determine the EFL methodology in the era of digitalization.

Practically, the study will inform stakeholders including policymakers, university teachers and educators about the effect of the AI-powered applications on the students' well-being, achievements and the learning process in general.

This formed the theoretical and practical significance of the study. The central phenomenon of the article is the perspectives of students using the AI in their EFL learning.

Materials and methods

To contribute theoretically to the current body of literature describing the Kazakhstani context, the literature review was conducted. The materials studied can be divided into three major groups:

- 1) legislative documents regulating Kazakhstani educational process and addressing the AI issues in the country;
- 2) scientific articles discussing the current situation in the world;
- 3) articles describing the Kazakhstani context and reviewing the situation in the country.

The research is under the mix-method approach, utilizing surveys and interviews. Within the research, 300 students were purposefully selected to take a survey. We expect the selection is "information-rich" (Patton, 2002) which is discussed in the following section. The students are first-year students of a regional university in Kazakhstan. The following table depicts the range of participants.

Table 1
Participants

Variable	Category	n	%
Gender	Female	178	59.3
	Male	122	40.7
Age	17–18	94	31.3
	19–20	206	68.7
Faculty / Specialization	STEM disciplines	142	47.3
	Social sciences	88	29.3
	Humanities	70	23.4
English proficiency (entry level)	A1–A2	116	38.7
	B1	138	46.0
	B2 and above	46	15.3
	Yes	185	61.7
Experience with AI-			

based learning tools

	No	115	38.3
Mode of study	Full-time	300	100

Among the 300 students, for the interview stage, 10 students took part in a deeper analysis to get some insights during the interviews.

The respondent-centered approach (Smyth, 2017) was used when designing the questionnaire. The research questions formed the direction of the survey, driving the questions towards the students' experiences, feelings, and thoughtful statements. A common model of responding to a survey assumes that participants have several steps to complete it. We avoid linear way of responses giving the participants an opportunity to go back and forth through the questions. This is used in case the respondents tend to add/omit some ideas or give extra relevant information. A five-point Likert scale was used (1 = strongly disagree, 5 = strongly agree).

Careful question wording aims at ensuring the participants comprehend the question correctly. We avoid negative language and reverse scoring in the survey giving preference to positive language as negative words are more difficult to process cognitively, which leads these items to take longer to answer and leads to misresponses (Swain et al., 2008).

To make the process for respondents as easy as possible, the questions were thoroughly divided into blocks containing one main idea, e.g., Background; Feedback; Collaboration with Peers, etc. A special online survey platform was used to ensure accurate analysis and anonymity for students.

After collecting and analyzing data from the responses, 10 students were selected according to their academic performance and initial language proficiency. A semi-structured interview was conducted. The interviews were recorded after getting an agreement.

Ethical Considerations

This study was conducted in accordance with established ethical standards for research involving human participants. Ethical approval for the study was obtained from the institutional review board of the university prior to data collection. All participants were informed about the purpose of the study, the voluntary nature of their participation, and their right to withdraw at any time without any negative consequences.

Informed consent was obtained from all participants before they took part in the survey and interviews. Participation in the online survey was anonymous, and no personally identifiable information was collected. For the interview stage, participants provided additional consent for audio recording. All data were stored securely and used exceptionally for research purposes.

Results and Discussion

According to the new educational policy of the university, all the first-year students entering in September 2025 academic year have a blended format of learning English. The English language subject is taught in the following way: one academic hour per week is devoted to face-to-face learning with a facilitator, and one hour per day is supposed to be spent online. An EFL teacher supports a group of 20-25 students promoting mostly speaking activities.

Students were instructed to register using their university email and to take the Placement Test (hereinafter, PT). Based on the PT results, 75% of students got the lowest possible Language Proficiency level – PreA1. 25% of students got A1 and higher levels. Among them 52 students were assigned the B1 and higher language proficient levels which accounted for 2.5%. Below is the Table 2, indicating the PT results of 1986 students.

Table 2*Placement Test Results of First-Year Students*

Language proficiency level	n	%
Pre-A1	1490	75.0

A1, A1+	323	16.3
A2, A2+	121	6.1
B1 and higher	52	2.6
Total	1986	100

After defining the students' level, the AI-powered application team divided students into groups according to their level. The teachers for these groups were also tested and assigned based on the PT results, e.g. the teacher who got the C1 certificate became responsible for B1 and higher level groups whereas the B1-certified teacher got A1-level groups.

Following the 15 weeks of the first semester, students attended classrooms and completed activities using their smartphones and tablets. They were expected to work approximately 6 hours a week which means 60 minutes a day with one day off. During the hour, if the activities are done correctly and student is motivated to finish the task, they could earn 3000 points, resulting in 18000 points per week. In fact, many students had many challenges which is reported in the interview section. The foregoing table indicates the rate of students having positive or negative experience using the application:

Table 3

Students' Experience Using an AI-Powered Language Learning Application (n = 1623)

Experience category	Indicator	n	%
Positive experience	Improved vocabulary and grammar	612	37.7
	Personalized pace of learning	458	28.2
	Increased motivation and engagement	401	24.7
	Immediate feedback and error correction	352	21.7
	Convenience and flexibility of use	689	42.4
Negative experience / Challenges	Technical issues (connectivity, access)	519	32.0
	Difficulty understanding instructions	476	29.3
	Lack of speaking practice / human interaction	688	42.4
	Monotony or repetitive tasks	391	24.1
	Low self-discipline / irregular use	734	45.2
Overall perception	Predominantly positive experience	987	60.8
	Mixed experience	416	25.6
	Predominantly negative experience	220	13.6

The survey had only one mandatory question about the eligibility to take the survey, i.e. 'Are you a first-year students of the N University taking the English language course through the X application?'. The students who answered 'Yes' could continue choosing the questions they wanted

to respond. The aim of this chosen methodology was not to force students and to give them time to think and opportunity to choose so that they would not drop off the survey.

At the end of the survey a blank space was offered for students to give some feedback including recommendations or questions they could have. Among 1986 students only 211 students filled in the field. 100% of this feedback was positive and, after semantic analysis, could be divided into four large blocks supporting with the following statements. Almost the half of responses (46%) were about students' growing confidence and autonomy. The 23% indicated their growing competency in one of the language skills – listening while 31% responded they felt motivated to learn English.

The values presented in Table 4 are based on a five-point Likert scale ranging from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree). The mean scores indicate the overall level of student agreement with each statement, while the standard deviation (SD) reflects the variability of responses.

The results demonstrate generally positive student perceptions of blended learning. The highest mean score ($M = 4.34$, $SD = 0.65$) was observed for the statement related to face-to-face sessions supporting speaking confidence, indicating strong agreement and relatively consistent responses among participants. Similarly, the statement on independent learning showed a high level of agreement ($M = 4.12$, $SD = 0.71$), suggesting that students perceive AI-supported learning as beneficial for developing autonomy.

Lower mean values, such as for motivation to learn English online ($M = 3.76$, $SD = 0.89$), indicate more moderate agreement and greater variation in responses. This suggests that while many students feel motivated, this perception is less consistent across the sample.

Table 4

Students' Self-Reported Perceptions of Blended EFL Learning (n = 211)

Statement	Mean	SD
Blended learning helps me practice English more independently	4.12	0.71
AI-based tools support my listening skills	3.98	0.83
I feel motivated to learn English online	3.76	0.89
Face-to-face sessions support my speaking confidence	4.34	0.65

In Kazakhstani universities students who did not pass the entering test (Unified National Test after school) have an opportunity to be enrolled in the beginning of September and start their academic year with other students. However, they must pass the UNT later. For this reason, these students were conditionally enrolled into the university and took English in a traditional method. We asked 115 students about their motivation, confidence, and autonomy – the topics emerged from the previous block, and compared their answers with those who were taking the EFL course using the AI-powered application in the blended format:

Table 5

Comparison of Students With and Without AI Experience

Variable	AI experience (n=115)	No AI experience (n=115)
Motivation (Mean)	4.08	3.52
Confidence in English	3.91	3.40
Willingness to self-study	4.20	3.65

Figure 1

Daily time spent on online English learning

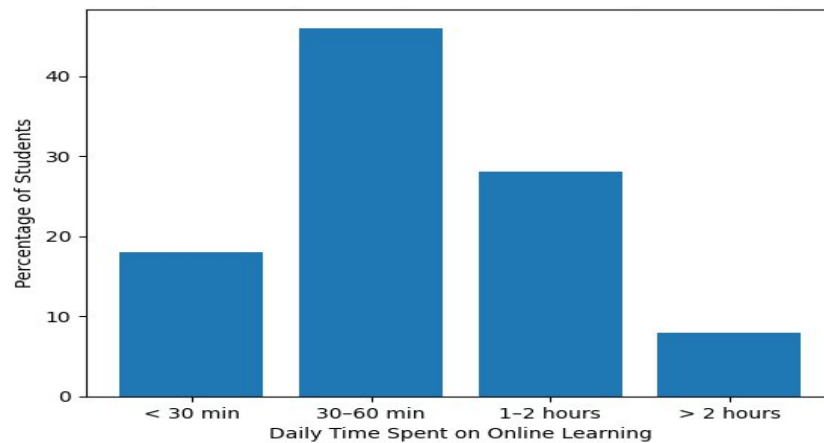


Figure 1 highlights variations in students' engagement with online learning, suggesting differences in self-regulation skills among first-year students. Students who reported prior experience with AI-based learning tools demonstrated higher levels of motivation, confidence in English, and willingness to engage in independent study. This finding supports the assumption that familiarity with digital learning environments plays a significant role in successful AI-enhanced learning.

The data presented in Table 3 reveal a generally positive perception of the AI-powered application among students. More than 60% of respondents indicated a predominantly positive experience, emphasizing convenience, flexibility, and personalized learning pace. These findings align with international studies suggesting that AI-driven platforms support personalized learning and adaptive feedback mechanisms (Chaudhry & Kazim, 2021; Holmes et al., 2019; Zawacki-Richter et al., 2019). At the same time, a considerable proportion of students reported challenges related to self-discipline, lack of speaking practice, and technical difficulties.

One of the most frequently reported challenges was the lack of meaningful oral interaction. While AI-powered applications effectively support receptive skills such as listening and vocabulary acquisition, they appear less effective in developing productive speaking skills. This limitation was partially compensated by face-to-face sessions with EFL teachers, which students rated highly in terms of improving speaking confidence (Table 4). This result confirms the importance of blended learning models, where AI tools complement but do not replace human interaction.

The qualitative interview data further support these findings. Students noted that the application helped them "practice English every day without pressure," but also emphasized the need for teacher guidance and live communication. Several interviewees reported that without external monitoring and encouragement, they tended to postpone or skip online activities, which explains the high percentage of students reporting low self-discipline. This suggests that AI-powered learning requires strong scaffolding and clear expectations, particularly for first-year students transitioning from school to university learning environments.

At the same time, the challenges identified in this study, including lack of speaking practice, technical issues, and low self-discipline, align with earlier findings emphasizing the limitations of AI in developing communicative competence (Fazilova, 2025). Research suggests that while AI systems are effective for structured and receptive tasks, they are less capable of replicating authentic human interaction, which is essential for language development. This supports the argument that AI should be integrated as a supplementary rather than a primary instructional tool.

Another important finding relates to learner autonomy. Nearly half of the students who provided open-ended feedback highlighted increased confidence and independence in learning English. This supports the view that AI-based applications can foster learner autonomy by allowing students to control the pace, time, and sequence of learning activities. However, autonomy was not equally developed among all participants. Students with lower initial language proficiency and limited digital experience struggled more with self-regulation, which affected their overall performance.

From an academic achievement perspective, the findings suggest a possible relationship between time spent on the application and students' perceived progress; however, no statistical testing was conducted to confirm this association. Students who regularly completed tasks accumulated more

points and reported higher confidence levels, yet this did not always translate into immediate measurable gains in speaking proficiency. This finding reinforces the idea that AI-based tools are most effective when integrated into a broader pedagogical framework that includes formative assessment, teacher feedback, and communicative practice. The observed increase in learner autonomy among students corresponds with previous studies highlighting the role of digital technologies in fostering self-directed learning (Myrzabek et al., 2025). However, the variability in students' engagement indicates that autonomy is not automatically developed through technology use alone. Consistent with prior research, effective development of self-regulated learning requires guidance, structure, and pedagogical support.

The findings indicate that a majority of students reported a positive experience using the AI-powered application, particularly highlighting flexibility, personalized learning pace, and immediate feedback. These results are consistent with previous international research demonstrating that AI-driven platforms enhance adaptive learning and learner engagement (Chaudhry & Kazim, 2021; Zawacki-Richter et al., 2019). Similar patterns have been observed in higher education contexts, where AI tools support individualized learning trajectories and promote autonomous learning behaviors.

Overall, the results demonstrate that AI-powered EFL learning can be a valuable component of higher education, provided that it is implemented thoughtfully and supported by pedagogical guidance. The findings also highlight the risk of over-reliance on technology without addressing students' emotional, motivational, and social needs. The findings of this study both support and extend existing research on AI in education. While the benefits of personalization and flexibility are consistent with international literature, the results provide context-specific insights into the Kazakhstani higher education system, where students face additional challenges related to digital literacy and self-regulation. This suggests that the effectiveness of AI integration is highly dependent on contextual factors, including institutional support, pedagogical design, and students' readiness for autonomous learning.

Conclusion

This study examined Kazakhstani first-year university students' experiences with an AI-powered English language learning application within a blended learning model. The findings indicate that while the majority of students perceive AI-enhanced learning positively, significant challenges remain, particularly related to self-discipline, speaking practice, and technical accessibility.

The results suggest that AI-powered applications are effective in supporting receptive language skills, learner autonomy, and motivation when combined with face-to-face instruction. However, they cannot fully replace the role of the teacher in facilitating communication, providing emotional support, and scaffolding learning processes. Blended learning emerges as a balanced approach that maximizes the strengths of both AI technologies and traditional classroom instruction.

From a practical perspective, universities implementing AI-based EFL programs should focus on developing clear guidelines for students, providing continuous teacher support, and integrating communicative tasks that foster speaking skills. Additionally, attention should be paid to students' digital literacy and self-regulation skills, especially at the initial stage of university education.

The study contributes to the limited body of research on AI in education within the Kazakhstani context and offers empirical evidence on students' perspectives and learning experiences. Future research could explore longitudinal effects of AI-based learning on language proficiency, compare different AI platforms, and examine teachers' perspectives on AI integration in EFL instruction.

Conflict of interest

Author declares there is no any financial/personal conflict of interest or belief that could affect their objectivity.

References

Basha, Y. J. (2024). The negative impacts of AI tools on students in academic and real-life

- performance. *International Journal of Social Sciences*, 1(3), 1–16. <https://doi.org/10.51470/IJSSC.2024.01.03.01>
- Chaudhry, M. A., & Kazim, E. (2021). Artificial intelligence in education (AIEd): A high-level academic and industry note. *AI and Ethics*, 1(4), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00074-z>
- Helm, J. M., Swiergosz, A. M., Haeberle, H. S., Karnuta, J. M., Schaffer, J. L., Krebs, V. E., Spitzer, A. I., & Ramkumar, P. N. (2020). Machine learning and artificial intelligence: Definitions, applications, and future directions. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 13, 69–76. <https://doi.org/10.1007/s12178-020-09620-7>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Kalra, R. (2024). Exploring teachers' perceptions toward the integration of AI tools in the language classroom. *NIDA Journal of Language and Communication*, 29(45), 21–36.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). Sage Publications.
- Rahman, B. A., Rodzi, Z. M., Razali, I. N. B., Mohamad, W. N., Nazri, I. S. B. M., & Al-Sharqi, F. (2023). Breaking the illusion: The reality of artificial intelligence's (AI) negative influence on university students. In *2023 4th International Conference on Artificial Intelligence and Data Sciences (AiDAS)* (pp. 194–199). IEEE. <https://doi.org/10.1109/AiDAS60501.2023.10284674>
- Smyth, J. D. (2017). Designing questions and questionnaires. In P. V. Marsden & J. D. Wright (Eds.), *The SAGE handbook of survey methodology* (pp. 218–235). SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.4135/9781473957893>
- Swain, S. D., Weathers, D., & Niedrich, R. W. (2008). Assessing three sources of misresponse to reversed Likert items. *Journal of Marketing Research*, 45, 116–131.
- Tokayev, K.-J. K. (2024). *Kazakhstan in the era of artificial intelligence: Current challenges and solutions through digital transformation (Address to the people of Kazakhstan)*. Office of the President of the Republic of Kazakhstan. <https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-kazahstan-v-epohu-iskusstvennogo-intellekta-aktualnye-zadachi-i-ih-resheniya-cherez-cifrovuyu-transformaciyu-885145>
- Weber, D. (2024). *AI in the classroom: Teachers' views on artificial intelligence* (Dissertation). Uppsala University. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-541201>
- Yufei, L., Saleh, S., Jiahui, H., & Syed Mohamad Syed, S. (2020). Review of the application of artificial intelligence in education. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 12, 548–562.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(39). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Пенкина С.^{1*}, Көкшеева З.¹, Акмамбетова М.²

¹Yessenov University, Ақтау, Қазақстан

²Astrakhan State University, Астрахань, Ресей Федерациясы

*e-mail: sona.penkina@yu.edu.kz

ҚАЗАҚСТАН УНИВЕРСИТЕТІНДЕГІ АҒЫЛШЫН ТІЛІ КУРСЫНДА ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТКЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ҚОСЫМШАНЫ ПАЙДАЛАНУ БОЙЫНША БІРІНШІ КУРС СТУДЕНТТЕРІНІҢ ОҚУ ТӘЖІРИБЕСІ

Аңдатпа. Соңғы жылдары Қазақстанның білім беру саясаты ұлттық дамудың басым бағыттарының бірі ретінде үштілділікке басымдық беруде. Сонымен қатар технологиялар мен жасанды интеллекттің қарқынды дамуы білім беру саласында жаңа мүмкіндіктер ашуда.

Осыған байланысты жоғары оқу орындары оқу үдерісін дербестендіру мақсатында жасанды интеллектке негізделген қосымшаларды оқу бағдарламаларына енгізуге ұмтылуда. Бұл зерттеуде қазақстандық университеттің бірінші курс студенттерінің аралас оқыту форматында AI-қосымшаны пайдалану тәжірибесі қарастырылады. Ағылшын тілін меңгеру деңгейін арттыруға және ерте тілдік даярлыққа ерекше назар аударылғанымен, университеттер мектеп аттестатындағы бағалар мен студенттердің нақты білім деңгейі арасындағы алшақтық мәселесіне тап болады. Көптеген студенттер жоғары оқу орнына құжатта көрсетілген деңгейден өзгеше тілдік дайындықпен келеді. Дәстүрлі аудиториялық оқыту барлық студенттердің әртүрлі қажеттіліктерін толық қанағаттандыра алмайды, сондықтан білім беру ұйымдары бейімделген және дербестендірілген оқыту жолдарын іздестіреді. NeoStudy сияқты жасанды интеллектке негізделген тіл үйрету қосымшалары болашағы зор құралдар ретінде қарастырылғанымен, қазақстандық университеттердің бірінші курс студенттері мұндай құралдарды қалай қабылдайтыны, пайдаланатыны және олардың тиімділігін қалай бағалайтыны жөнінде эмпирикалық деректер жеткіліксіз.

Түйін сөздер: жасанды интеллект, AI-қосымша, ағылшын тілін оқыту, бірінші курс студенттері, тілдік қосымша, EFL аудиториясы, аралас оқыту

Пенкина С.^{1*}, Кокшеева З.¹, Акмамбетова М.²

¹Yessenov University, г. Актау, Казахстан

²Astrakhan State University, г. Астрахань, Российская Федерация

*e-mail: sona.penkina@yu.edu.kz

ОПЫТ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КУРСЕ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В УНИВЕРСИТЕТЕ КАЗАХСТАНА

Аннотация. В последние годы образовательная политика Казахстана ориентирована на развитие трилингвизма как одного из приоритетов национального развития. Вместе с тем стремительное развитие технологий и искусственного интеллекта открывает новые возможности для образовательного сектора. В связи с этим высшие учебные заведения стремятся персонализировать процесс обучения путем интеграции приложений на основе искусственного интеллекта в учебные программы. В данном исследовании рассматривается опыт студентов первого курса казахстанского университета по использованию AI-приложения в условиях смешанного обучения. Несмотря на акцент на повышение уровня владения английским языком и раннее языковое обучение, университеты сталкиваются с разрывом между оценками в школьных аттестатах и реальным уровнем знаний студентов. Многие первокурсники поступают с уровнем владения языком, не соответствующим заявленному в документах. Традиционное аудиторное обучение не всегда способно удовлетворить разнообразные образовательные потребности студентов, что побуждает вузы искать адаптивные и персонализированные форматы обучения. Приложения для изучения языка на основе искусственного интеллекта, такие как NeoStudy, демонстрируют значительный потенциал, однако эмпирических данных о том, как студенты первого курса казахстанских университетов воспринимают, используют и оценивают эффективность таких инструментов, пока недостаточно.

Ключевые слова: искусственный интеллект, AI-приложение, обучение английскому языку, студенты первого курса, языковое приложение, EFL-аудитория, смешанное обучение

Received 5 March 2025

IRSTI 14.25.09

DOI: <https://doi.org/10.47344/mztreg52>A.A. Kambarbekova^{1*}, B.S. Ualikhanova², M. Sari³^{1,2}South Kazakhstan Pedagogical University named after O. Zhanibekov,
Shymkent, Kazakhstan³Gazi University, Ankara, Republic of Türkiye*e-mail: kambarbekova.aizada@okmpu.kz

AN EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF INTEGRATING ELEMENTS OF MEDICAL PHYSICS INTO THE SCHOOL CURRICULUM USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS

Abstract. This article experimentally assessed the effectiveness of integrating elements of medical physics into school physics using artificial intelligence (AI) tools. The relevance of the study stems from the need to strengthen the role of physics in the career guidance of high school students in Kazakhstan and the lack of systematic introduction of the physical principles of medical devices and diagnostic methods into the subject. The study was conducted using a quasi-experimental design: a control group (without the use of AI, $n=51$) and an experimental group (with the use of AI, $n=52$). The educational intervention was delivered through the "Electromagnetic Field and Elements of Medical Physics" module, consisting of four topics: (i) properties of the electromagnetic field, (ii) physical principles of the magnetic field and MRI, (iii) physical principles of electromagnetic radiation and X-ray/CT, (iv) principles of tomography and ionizing/non-ionizing methods. The results were assessed using a questionnaire consisting of 12 statements on a Likert scale (1–5). According to the main results, the overall index was 4.26 ± 0.23 in the experimental group and 2.54 ± 0.16 in the control group, and the difference between the groups was statistically significant ($p < 0.001$). A consistent advantage was also observed across all sections (all $p < 0.001$), with the largest difference recorded in Section IV. In an internal analysis for grades 10 and 11, the advantage of the experimental group was maintained. In a practical sense, a high index (4–5 points) prevailed in the experimental group, indicating a level of “confident understanding,” and it was proven that the ability of AI to visualize, individually explain, model, and provide immediate feedback on elements of medical physics improves the assimilation of complex concepts.

Keywords: artificial intelligence, school physics, medical physics, MRI, CT, tomography, interdisciplinary integration, elective course, quasi-experiment

Introduction

In recent years, supporting upper-secondary students’ professional self-determination in Kazakhstan’s general education schools has become an important educational and policy priority. National educational development documents emphasize the need to connect curriculum content with real-life and professional contexts, strengthen functional literacy, and demonstrate learning outcomes through applied tasks [1]. Within this agenda, students interested in medicine constitute a particularly relevant group, since many contemporary diagnostic and treatment technologies, including CT, MRI, and tomography, are grounded in core physical principles. In this respect, physics can serve not only as a supporting school subject but also as a conceptual foundation for understanding how medical technologies operate.

Despite this potential, career-oriented learning in the medical direction at school is still largely dominated by chemistry and biology, whereas the contribution of physics is less systematically articulated. Existing guidance materials suggest that career guidance practices often remain event-based and that subject-integrated methodological mechanisms are insufficiently developed [2]. At the same time, the physical principles underlying medical imaging, such as fields, radiation, signal formation, and image reconstruction, are rarely incorporated into school physics in a structured and

pedagogically meaningful way. This creates a notable gap between students' growing interest in medicine and the limited use of physics as a vehicle for medically oriented career learning in secondary education.

A further limitation of the existing practice is that complex medical physics concepts are difficult to present at school level in an accessible and engaging form. In this context, artificial intelligence (AI) tools may offer new instructional possibilities by supporting visualization, adaptive explanation, interactive questioning, and feedback. Kazakhstan's national AI development agenda (2024–2029) explicitly highlights the importance of integrating intelligent technologies across sectors, including education [3]. Internationally, the growing role of AI in medical physics and the need to reflect this development in education and training have also been emphasized in professional and policy-oriented sources [4–6]. However, although the educational potential of AI is increasingly discussed, fewer studies have examined how AI can be used to connect school physics content with medical imaging technologies in a career-oriented secondary school context.

The broader rationale for such integration is consistent with STEM and interdisciplinary approaches, which increasingly conceptualize school subjects as applied and interconnected systems rather than isolated bodies of knowledge [7, 8]. Meta-analytic evidence suggests that integrated STEM instruction may be associated with improved learning outcomes compared with more traditional models [9]. This is particularly relevant in physics education, where learners often perceive concepts such as electromagnetic fields, waves, and radiation as abstract and difficult to visualize. Linking these concepts to authentic medical imaging contexts may therefore strengthen both conceptual understanding and learning motivation [10]. In addition, elective courses provide a flexible format for upper-secondary education, allowing schools to implement targeted, career-oriented modules that can be updated in response to emerging technologies and curriculum priorities [1, 11].

To explain the possible educational value of such an approach, the present study draws in part on Social Cognitive Career Theory (SCCT), according to which students' interests and career-related choices are shaped by self-efficacy beliefs, outcome expectations, and environmental supports [12]. Instruction that connects subject content with meaningful professional contexts may therefore enhance students' confidence in their ability to understand the material and, indirectly, support their career orientation. Medical physics is especially suitable for this purpose because it is closely connected with core school physics topics. For example, magnetic fields and resonance principles are foundational for understanding MRI, X-ray attenuation and image formation are relevant to radiography and CT, and nuclear processes provide an entry point to PET-related concepts. Previous studies on medical imaging learning modules for secondary and early tertiary learners suggest that complex technologies can be taught more effectively when they are presented through simplified models and visual explanations [13, 14]. Practical teaching materials likewise show that introductory MRI concepts can be adapted for safe, model-based educational activities [15].

At the same time, the existing literature does not sufficiently address how AI-supported learning activities can be used to integrate medical imaging technologies into school physics in a way that is both pedagogically structured and career-oriented. This study seeks to address that gap. More specifically, it develops and examines an instructional module that links MRI, CT, and tomography concepts with the school physics topics “Electric and Magnetic Fields” and “Electromagnetic Radiation.” The module incorporates AI-supported learning activities, including visualization, interactive explanation, adaptive task scaffolding, and feedback-oriented prompts, which have been identified in the AI-in-education literature as potentially valuable for supporting complex learning [16]. Related evidence from physics education indicates that interactive simulations can improve conceptual understanding, particularly in relation to “invisible” processes such as fields and radiation [17], while learning analytics and data-driven feedback in digital environments may strengthen monitoring and timely instructional support [18, 19]. AI learning tools are also increasingly being documented in K–12 settings [20].

Thus, the present study contributes to the literature in three ways. First, it extends research on AI-supported learning into the specific context of school physics education. Second, it introduces

medical imaging technologies as a career-oriented and conceptually rich context for teaching abstract physics content. Third, it provides empirical evidence from a quasi-experimental school-based intervention implemented under authentic classroom conditions.

The purpose of the study is to evaluate the educational potential of an AI-supported module that integrates medical imaging technologies into school physics. The object of the study is the process of teaching physics at school, and the subject is the methodology of integrating medical physics elements with AI-based didactic support. The research question is as follows: Does the integration of medical imaging technologies into school physics through AI-supported instruction contribute to higher levels of students' perceived understanding of the topic? Based on the instructional design, it was expected that students participating in the AI-supported module would report stronger understanding than students receiving instruction without AI support.

Finally, the study uses a Likert-scale questionnaire as the primary measurement instrument. Likert scales are widely used to capture learners' perceptions, confidence, and satisfaction with learning experiences [21]. At the same time, the ordinal nature of Likert-type data requires careful interpretation, and methodological guidance recommends caution in analysis and inference [22, 23]. Accordingly, the findings of this study are interpreted as reflecting students' perceived understanding rather than objective mastery of the content. Future research may strengthen this line of inquiry by supplementing self-report measures with subject tests, pre-/post-assessments, or performance-based tasks [23].

Methods and materials

This study employed a post-test-only quasi-experimental design involving two independent groups within the same educational setting: a control group, which received instruction without AI tools, and an experimental group, which received instruction with AI-supported didactic assistance. The intervention was implemented through a short instructional module integrating medical imaging technologies into school physics. Both groups followed the same thematic plan, instructional sequence, and lesson duration; the key difference was the inclusion of AI-based support in the experimental group.

The module consisted of four lessons, each devoted to one topic within the section "Electromagnetic Field and Imaging Technologies." The content was aligned with the elective course "Elements of Medical Physics" and focused on one of its thematic units. The structure of the module corresponded to the questionnaire design, which included four sections and 12 statements in total (Table 1). In this way, the module connected core school physics concepts with authentic medical technologies and aimed to reinforce students' perceived understanding of physics in an applied context.

Table 1. *The module Electromagnetic Field and Imaging Technologies*

Questionnaire section	Statement numbers	Module focus (Electromagnetic Field and Imaging Technologies)
Section I	1–3	Core physical properties of the electromagnetic field; interrelations between fields
Section II	4–6	Magnetic field and the physical principles of MRI (resonance idea; non-ionizing diagnostics)
Section III	7–9	Electromagnetic radiation and the fundamentals of X-ray/CT (radiation absorption; image formation)
Section IV	10–12	Principles of tomography; differences between technologies; distinguishing ionizing vs. non-ionizing methods

The participants were Grade 10–11 students enrolled in upper-secondary school, with a total sample of $N = 103$: 51 students in the control group and 52 students in the experimental group. The

inclusion criteria were as follows: (1) enrollment in Grade 10 or 11; (2) prior completion of the curriculum units relevant to the module, including electric and magnetic fields and electromagnetic radiation; and (3) regular attendance during the intervention period.

Because a pre-test was not administered, baseline equivalence between the two groups could not be established through direct measurement of prior knowledge. However, to reduce the risk of major imbalance, the groups were compared at the organizational level in terms of grade level distribution and general academic performance. This point should be regarded as a limitation of the design, and the results should therefore be interpreted with appropriate caution.

The module implemented in the study covered four thematic areas: Section I addressed the core physical properties of the electromagnetic field and the interrelations between fields; Section II focused on the magnetic field and the physical principles of MRI, including the idea of resonance and the distinction between ionizing and non-ionizing diagnostics; Section III examined electromagnetic radiation and the fundamentals of X-ray and CT, including radiation absorption and image formation; Section IV addressed the principles of tomography, differences between imaging technologies, and the distinction between ionizing and non-ionizing methods.

In the experimental group, AI tools were used as a teacher-guided instructional support mechanism rather than as an autonomous source of information. Their pedagogical functions included adaptive explanation, visualization, modeling, task personalization, reflective prompting, and immediate feedback. A central function of AI support in this study was the visualization of diagnostic methods during classroom instruction. For this purpose, several AI-enabled digital platforms were used, depending on the instructional task: Canva and Gamma for generating visual explanations and animated presentations, BioDigital and Mozaik Education for 3D visualization of organs and medically relevant structures, Genially and ThingLink for interactive visual materials, and Labster for simulation-based demonstration of medical diagnostic technologies. These tools helped explain, compare, and visually demonstrate the physical principles underlying imaging methods such as X-ray imaging and MRI.

In the control group, the same content was taught without AI support, using conventional explanation, textbook- and worksheet-based tasks, and the teacher's oral feedback. Thus, both groups studied the same subject matter under comparable instructional conditions, while differing in the availability of AI-supported scaffolding.

To assess learning outcomes, a 12-item questionnaire based on a five-point Likert scale was administered after the completion of the module. The instrument was organized into four sections corresponding to the four thematic blocks of the module. The questionnaire was designed to capture students' perceived understanding of the content, including their confidence in understanding key concepts, ability to distinguish between imaging technologies, and perceived clarity of the studied material. For analysis, both an overall index based on items 1–12 and section-level indices based on the four thematic blocks were calculated.

The statistical analysis included descriptive and inferential procedures. For descriptive purposes, mean values (M) and standard deviations (SD) were calculated for the overall index, section indices, and individual items. Because Likert-type responses are ordinal in nature, the Mann–Whitney U test was used as the primary method for between-group comparison. Statistical significance was evaluated at $p < .05$. To complement significance testing, an effect size was also reported. For nonparametric comparisons, the preferred effect size was r , calculated from the standardized test statistic using the formula $r = Z / \sqrt{N}$. If mean-based comparisons are additionally presented for descriptive interpretation, this should be clearly distinguished from the primary nonparametric analysis.

The results should be interpreted in light of the study's methodological limitations. First, the design did not include a pre-test, which restricts the ability to establish initial equivalence between the groups. Second, the questionnaire captured students' self-reported understanding rather than objective subject mastery. Therefore, the findings are more appropriately interpreted as evidence of differences in perceived understanding associated with the instructional format, rather than definitive proof of differences in actual knowledge. Future studies could strengthen the design by incorporating

pre-/post-testing, subject-based achievement measures, or performance tasks alongside self-report instruments.

Results and Discussion

The experimental evaluation was conducted with Grade 10–11 students using two independent groups: a control group (without AI support, $n = 51$) and an experimental group (with AI support, $n = 52$). The assessment instrument was a 12-item questionnaire rated on a 1–5 Likert scale; the items were grouped into four sections (I–IV) according to content. The AI-supported instructional content was linked to interactive lessons (MRI, CT, tomography) in the “Electromagnetic fields and imaging technologies” unit of the elective course *Elements of Medical Physics*.

Across all sections, the experimental group outperformed the control group (Table 1). The largest difference was observed in Section IV (items 10–12), suggesting that AI support particularly strengthened students’ understanding of tomography and their ability to distinguish diagnostic methods by their physical nature.

Table 2. Presents section-level means and between-group differences

Indicator	Control group (M $\pm$ SD)	Experimental group (M $\pm$ SD)	ΔM	p
Overall index (1–12)	2.54 $\pm$ 0.16	4.26 $\pm$ 0.23	1.72	< 0.001
Section I (1–3)	2.35 $\pm$ 0.19	4.13 $\pm$ 0.32	1.78	< 0.001
Section II (4–6)	2.63 $\pm$ 0.25	4.19 $\pm$ 0.40	1.55	< 0.001
Section III (7–9)	2.52 $\pm$ 0.19	4.26 $\pm$ 0.24	1.74	< 0.001
Section IV (10–12)	2.65 $\pm$ 0.30	4.47 $\pm$ 0.29	1.82	< 0.001

At the item level, the experimental group mean exceeded the control group mean for each of the 12 statements (Table 2), and all differences were significant at $p < 0.001$. The greatest gains were found in the following conceptual areas: item 10 (explaining tomography from a physics perspective; $\Delta M = 2.28$, $p < 0.001$) and item 2 (explaining the relationship between electric and magnetic fields; $\Delta M = 2.11$, $p < 0.001$). These results suggest that AI-supported visual/model-based explanations and interactive tasks can transform complex abstract concepts (fields, field interrelations, tomographic image formation) into “visible evidence,” thereby strengthening comprehension.

Table 3. Reports the mean $\pm$ SD for each item, ΔM , and p-values

No.	Statement (short description)	Control (M $\pm$ SD)	Experimental (M $\pm$ SD)	ΔM	p
1	I understand the concept of the electromagnetic (EM) field.	2.10 $\pm$ 0.36	3.77 $\pm$ 0.58	1.67	< 0.001
2	I can explain the relationship between electric and magnetic fields.	2.43 $\pm$ 0.54	4.54 $\pm$ 0.50	2.11	< 0.001
3	The EM field is the basis of medical technologies.	2.51 $\pm$ 0.64	4.08 $\pm$ 0.27	1.57	< 0.001
4	I know the properties of the magnetic field.	2.76 $\pm$ 0.43	4.29 $\pm$ 0.46	1.52	< 0.001

5	I can explain the principles of MRI.	2.69 ± 0.47	4.02 ± 0.70	1.33	< 0.001
6	MRI is a non-ionizing diagnostic method.	2.45 ± 0.50	4.25 ± 0.44	1.80	< 0.001
7	I can distinguish types of EM radiation.	2.47 ± 0.50	4.10 ± 0.49	1.63	< 0.001
8	I understand the difference between X-ray imaging and CT.	2.51 ± 0.50	4.48 ± 0.50	1.97	< 0.001
9	I can explain why bones appear clearly on an X-ray image.	2.57 ± 0.54	4.29 ± 0.54	1.72	< 0.001
10	I can explain the concept of tomography.	2.24 ± 0.43	4.52 ± 0.50	2.28	< 0.001
11	I know that CT, MRI, and PET are based on different physical principles.	3.08 ± 0.48	4.35 ± 0.56	1.27	< 0.001

The pattern remained stable across grade levels: in both grades, the experimental group achieved higher outcomes. In Grade 10, the overall index increased from 2.64 ± 0.09 to 4.07 ± 0.11 ; in Grade 11, it rose from 2.42 ± 0.14 to 4.47 ± 0.10 (both $p < 0.001$). Thus, the effectiveness of the approach was not limited to a single grade but was evident at both levels.

From a practical perspective, the proportion of students reaching a “confident understanding” threshold (overall index ≥ 4.0) was 0.0% in the control group and 100.0% in the experimental group. Moreover, the combined share of ratings 4–5 across all responses was only 2.1% in the control group, compared with 94.2% in the experimental group. This indicates that the AI-supported module systematically shifted students’ understanding from a “moderate/low” level toward a “good/very good” level and demonstrates high applied value for teaching medical imaging technologies within school physics.

Overall, the effectiveness of the AI-supported module integrating medical physics technologies into school physics was evaluated using a quasi-experimental design. The results consistently showed higher performance in the experimental group across all levels of analysis: the overall index was 4.26 ± 0.23 in the experimental group versus 2.54 ± 0.16 in the control group, with a statistically significant difference ($p < 0.001$). Section-level differences were also stable (all Sections I–IV, $p < 0.001$), and the largest gap was observed in Section IV (items 10–12). This section focuses on tomography principles, comparing diagnostic methods, and distinguishing ionizing from non-ionizing technologies—tasks that require comparative reasoning, cause–effect thinking, and integrating multiple concepts into a coherent system. It is therefore plausible that AI’s visualization and personalization capabilities exerted their strongest influence precisely in this cognitively demanding area.

Several interrelated mechanisms may explain the experimental group’s superior outcomes. First, AI-supported visualization helped to concretize abstract concepts: step-by-step representations of “invisible” processes such as electromagnetic fields, radiation, and image formation can enhance conceptual understanding [1]. Second, AI enabled personalized instruction: when students asked follow-up questions or made errors, explanations could be re-presented using alternative examples and at different levels of depth. Such adaptive support may strengthen learners’ self-efficacy and foster psychological readiness to engage with complex content; Social Cognitive Career Theory likewise highlights self-efficacy as a key determinant of interests and choices [10], suggesting that gains in subject understanding may function as an intermediate outcome relevant to career orientation.

Third, the virtual experimentation and modeling component supported “seeing and understanding” causal relationships. For example, ideas such as how attenuation affects image

contrast, how layer-by-layer information accumulates in tomography, or why MRI is non-ionizing may be learned more robustly when presented through short demonstrations or stepwise models. Fourth, the interdisciplinary context—linking physics concepts to medical technologies—may have increased learning motivation: students perceived physics not only as a theoretical subject but also as a tool for explaining the operating principles of professional technologies (MRI, CT, X-ray). The positive role of contextualization and interdisciplinary integration for motivation and understanding is well established in physics and STEM integration research [6, 12, 20].

Item-level results further support this interpretation. The largest gains occurred in item 10 (the concept of tomography) and item 2 (the relationship between electric and magnetic fields). Both content areas require high abstraction and systematic organization of interrelated concepts; accordingly, AI-based visualization (“making it visible”) and personalized explanations appear to have provided the most effective support in these difficult zones. Additionally, the advantage of the experimental group persisted in the Grade 10–11 subgroup analysis (Grade 10: 4.07 ± 0.11 ; Grade 11: 4.47 ± 0.10 ; both $p < 0.001$ compared with the respective controls), indicating that the effect is not grade-specific but observable across levels.

The findings align with broader contemporary research on AI effectiveness in education. Systematic reviews report that AI can positively influence learning outcomes by adapting instruction, strengthening explanations, accelerating feedback, and supporting learning activities through data-informed mechanisms [17]. In the field of learning analytics and educational data mining, enhanced feedback in digital environments is likewise considered a significant factor affecting instructional quality [13]. The present study уточняет these general claims within a concrete applied context of school physics—medical imaging topics. From an interdisciplinary integration perspective, the results are also consistent with meta-analytic evidence showing the impact of STEM integration on academic outcomes [20]. Furthermore, professional discourse on the need to incorporate AI competencies into medical physics education underscores the strategic value of establishing foundational concepts already at the school level [11, 19].

In practical terms, the results suggest concrete ways to introduce medical imaging technologies into school physics. First, an effective format is to implement a four-lesson module within an elective course or to provide brief contextual integration when teaching the core units “electric and magnetic fields” and “electromagnetic radiation” in the main curriculum. Second, lesson scenarios may be structured using the sequence “professional problem, physical explanation, modeling/virtual experiment, leveled tasks, reflection and micro-test.” Third, AI use should follow principles of safety and academic integrity: medical examples should be open and ethically safe; students’ answers should be justified in their own words; and source-citation habits should be cultivated. Fourth, a concise teacher guide (goals, expected outcomes, sample AI prompts, assessment criteria) can support repeated implementation and scaling.

Several limitations must be noted. Because the primary instrument was a Likert-scale self-assessment, it captures perceived “confident understanding” but may not fully reflect objective knowledge [15]. Moreover, in a quasi-experimental design, baseline differences between groups may not be completely eliminated and should be considered as potential confounding factors. Finally, restricting the sample to a single school or region may limit generalizability.

Accordingly, several directions for future research are proposed. First, to уточнить the effect, objective pre/post testing should be added and self-assessment should be complemented with subject tasks (problem solving, short quizzes, project work). Second, assessing longer-term retention (e.g., several months later) would clarify the module’s potential for durable learning. Third, content expansion is promising: additional modules on ultrasound (waves), radiation safety, dosimetry, and the basics of radiotherapy could systematize medical physics elements into a full career-oriented elective. Fourth, because implementation success depends on teachers’ preparedness in AI pedagogy, investigating teacher training and methodological support systems constitutes an important research direction in its own right.

Conclusion

The aim of the study was to experimentally evaluate the effectiveness of an instructional module that integrates medical physics technologies into school physics through the use of artificial intelligence (AI) tools. The quasi-experimental results demonstrated that the AI-supported approach produced a clear improvement in students' understanding of medical physics: on the overall index, the experimental group scored substantially higher than the control group (4.26 ± 0.23 vs. 2.54 ± 0.16 , $p < 0.001$). Across all four sections (I–IV), the experimental group achieved higher outcomes, and the between-group differences were statistically significant ($p < 0.001$). These findings provide practical evidence that AI-enabled didactic affordances—such as visualization, personalized explanation, and modeling/virtual experimentation—can strengthen students' mastery of complex concepts.

As an applied outcome of the study, a model suitable for implementation in school practice was developed. It recommends systematically introducing a four-lesson module titled “Electromagnetic Field and Imaging Technologies” within the elective course Elements of Medical Physics, or providing a short contextual integration when teaching the corresponding units in the core curriculum. In addition, a ready-to-use methodological package can be offered for schools, including lesson plans and teaching scripts, a set of leveled tasks, assessment tools, as well as pedagogical principles for AI use (visualization, personalization, feedback) alongside safety and academic integrity guidelines. This module can reduce teachers' workload, support consistent implementation, and facilitate adaptation and dissemination to other schools.

Acknowledgements

During the preparation of this manuscript, AI-assisted tools were used solely for language editing and improving clarity of expression. No AI tool was used for data collection, data analysis, interpretation of findings, or drawing conclusions. All scientific decisions and the final version of the manuscript remain the responsibility of the authors.

References

- 1 Kazakstan Respublikasy Ukimeti. Kazakstan Respublikasynda mektepke deiingi, orta, tekhnikal'nyk zhane kasiptik bilim berudi damytudyn 2023–2029 zhyldarga arналган tuzhyrymdamasyn bekitu turaly (No 249 qauly). – 2023, 28 nauryz. Adilet aqparattyk-quyqytyq zhuyesi. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2300000249>. [in Kazakh]
- 2 Kazakstan Respublikasy Oku-agartu ministrliги, & Y. Altynsarin atyndagy Ulttyk bilim akademiiasy. Kasiptik bagdar beru is-sharalaryn uimdastyru zhane otkizu boiynsha adistemelik usynymdar [PDF]. – 2025. <https://uba.edu.kz/storage/app/media/999%20AAA%20KZ%20KZ.pdf>. [in Kazakh]
- 3 Kazakstan Respublikasy Ukimeti. Zhasandy intellekti damytudyn 2024–2029 zhyldarga arналган tuzhyrymdamasyn bekitu turaly (No 592 qauly). – 2024, 24 shilde. Adilet aqparattyk-quyqytyq zhuyesi. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2400000592>. [in Kazakh]
- 4 International Atomic Energy Agency. Artificial intelligence in medical physics: Roles, responsibilities, education and training of clinically qualified medical physicists (IAEA-TCS-83). – Vienna: IAEA, 2025. [in English]
- 5 Ng K.H., Wong J.H.D. A clarion call to introduce artificial intelligence (AI) in postgraduate medical physics curriculum // Physical and Engineering Sciences in Medicine. – 2022. – Vol. 45, No. 1. – P. 1–2. <https://doi.org/10.1007/s13246-022-01099-2>. [in English]
- 6 Zanca F., Hernandez-Giron I., Avanzo M., Guidi G., Crijns W., Diaz O., ... Kortensniemi M. Expanding the medical physicist curricular and professional programme to include Artificial Intelligence // Physica Medica. – 2021. – Vol. 83. – P. 174–183. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2021.01.069>. [in English]
- 7 English L.D. STEM education K–12: Perspectives on integration // International Journal of STEM Education. – 2016. – Vol. 3. – 3. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>. [in English]

- 8 Ritz J.M., Fan S.-C. STEM and technology education: International state-of-the-art // International Journal of Technology and Design Education. – 2015. – Vol. 25. – P. 429–451. <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9290-z>. [in English]
- 9 Zhou S., Dong Z., Wang H.H., Chiu M.M. A meta-analysis of STEM integration on student academic achievement // Research in Science Education. – 2024. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10216-y>. [in English]
- 10 Finkelstein N.D. Learning physics in context: A study of student learning about electricity and magnetism // International Journal of Science Education. – 2005. – Vol. 27, No. 10. – P. 1187–1209. <https://doi.org/10.1080/09500690500069491>. [in English]
- 11 Kazakstan Respublikasy Oku-agartu ministrigi. Bilim salasyndagy serpilis: STEM, robototekhnika zhane pandik kabinetterdi zhangyrtu turaly zhanalyk materialy. – 2025, 24 sauir. gov.kz. <https://www.gov.kz/memleket/entities/edu/press/news/details/981641>. [in Kazakh]
- 12 Lent R.W., Brown S.D., Hackett G. Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance // Journal of Vocational Behavior. – 1994. – Vol. 45, No. 1. – P. 79–122. <https://doi.org/10.1006/jvbe.1994.1027>. [in English]
- 13 Chatzidaki P., Eriksson U., Zoechling S., Schmeling S., Fredlund T. What makes digital learning effective? Evaluation of a digital learning module about positron emission tomography // Physical Review Physics Education Research. – 2025. – Vol. 21, No. 1. – 010143. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.21.010143>. [in English]
- 14 Sudirman S., et al. A learning module of medical physics as an effort to optimize the implementation of the Merdeka Curriculum // Frontiers in Education. – 2023. – Vol. 8. – 1118873. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1118873>. [in English]
- 15 Taghizadeh A., Lincoln B. MRI experiments for introductory physics // The Physics Teacher. – 2018. – Vol. 56, No. 3. – P. 175–177. <https://doi.org/10.1119/1.5028251>. [in English]
- 16 Wang S., Wang F., Zhu Z., Wang J., Tran T., Du Z. Artificial intelligence in education: A systematic literature review // Expert Systems with Applications. – 2024. – Vol. 252. – 124167. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>. [in English]
- 17 Banda H.J., Nzabanimana J. Effect of integrating physics education technology simulations on students' conceptual understanding in physics: A review of literature // Physical Review Physics Education Research. – 2021. – Vol. 17, No. 2. – 023108. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.023108>. [in English]
- 18 Romero C., Ventura S. Educational data mining and learning analytics: An updated survey // WIREs Data Mining and Knowledge Discovery. – 2020. – Vol. 10, No. 3. – e1355. <https://doi.org/10.1002/widm.1355>. [in English]
- 19 Elmoazen R., Saqr M., Wasson B. Learning analytics in virtual laboratories: A systematic literature review of empirical research // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2023. – Vol. 20. – 44. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00244-y>. [in English]
- 20 Yim I.H.Y., Su J. Artificial intelligence (AI) learning tools in K-12 education: A scoping review // Journal of Computers in Education. – 2024. <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00304-9>. [in English]
- 21 Joshi A., Kale S., Chandel S., Pal D.K. Likert scale: Explored and explained // Current Journal of Applied Science and Technology. – 2015. – Vol. 7, No. 4. – P. 396–403. <https://doi.org/10.9734/BJAST/2015/14975>. [in English]
- 22 Boone H.N., Jr., Boone D.A. Analyzing Likert data // Journal of Extension. – 2012. – Vol. 50, No. 2. <https://doi.org/10.34068/joe.50.02.48>. [in English]
- 23 Sullivan G.M., Artino A.R. Analyzing and interpreting data from Likert-type scales // Journal of Graduate Medical Education. – 2013. – Vol. 5, No. 4. – P. 541–542. <https://doi.org/10.4300/JGME-5-4-18>. [in English]

- 24 Garzon J., Patino E., Marulanda C. Systematic review of artificial intelligence in education: Trends, benefits, and challenges // Multimodal Technologies and Interaction. – 2025. – Vol. 9, No. 8. – 84. <https://doi.org/10.3390/mti9080084>. [in English]
- 25 Kazakhstan Respublikasy Ukimeti. Kazakhstan Respublikasy Ukimetinin 2023 zhylgy 28 nauryzdagy No 249 qaulysyna ozgerister men tolyqtyrular engizu turaly (No 465 qauly). – 2024, 13 mausym. Adilet apparattyk-quyqytyq zhuyesi. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2400000465>. [in Kazakh]

А.А. Камбарбекова^{1}, Б.С. Уалиханова², М. Сары³*

^{1,2}Ө. Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті,
Шымкент, Қазақстан

³Гази Университеті, Анкара, Түркия Республикасы

*e-mail: kambarbekova.aizada@okmpu.kz

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ҚҰРАЛДАРЫ АРҚЫЛЫ МЕДИЦИНАЛЫҚ ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТТЕРІН МЕКТЕП БАҒДАРЛАМАСЫНА КІРІКТІРУДІҢ ТИІМДІЛІГІН ЭКСПЕРИМЕНТТІК БАҒАЛАУ

Аңдатпа. Мақалада жасанды интеллект (ЖИ) құралдарын қолдану арқылы медициналық физика элементтерін мектеп физикасына кіріктірудің тиімділігі эксперименттік тұрғыда бағаланды. Зерттеудің өзектілігі Қазақстандағы жоғары сынып оқушыларына кәсіби бағдар беруде физиканың рөлін күшейту қажеттілігімен және медициналық құрылғылар мен диагностикалық әдістердің физикалық негіздерін пән мазмұнына жүйелі енгізудің жеткіліксіздігімен анықталады. Зерттеу квази-эксперименттік дизайнда жүргізілді: бақылау тобы (ЖИ қолданусыз, $n=51$) және эксперимент тобы (ЖИ қолданумен, $n=52$). Оқыту интервенциясы «Электромагниттік өріс және медициналық физика элементтері» атты 4 тақырыптан тұратын модуль арқылы іске асырылды: (I) электромагниттік өріс қасиеттері, (II) магнит өрісі және МРТ-ның физикалық негіздері, (III) электромагниттік сәуле және рентген/КТ-ның физикалық негіздері, (IV) томография қағидалары және иондаушы/иондамайтын әдістер. Нәтижелер Лайкерт шкаласындағы (1–5) 12 тұжырымнан тұратын сауалнама бойынша бағаланды. Негізгі нәтиже бойынша жалпы индекс эксперимент тобында 4.26 ± 0.23 , бақылау тобында 2.54 ± 0.16 болып, топаралық айырма статистикалық мәнді екені анықталды ($p < 0.001$). Бөлімдер бойынша да тұрақты артықшылық байқалды (барлығында $p < 0.001$), ең жоғары айырма IV бөлімде тіркелді. 10 және 11 сынып бойынша ішкі талдауда да эксперимент тобының басымдығы сақталды. Практикалық мағынада «сенімді түсіну» деңгейін көрсететін жоғары көрсеткіш (4–5 балл) эксперимент тобында басым болып, ЖИ-дың медициналық физика элементтерін көрнекілендіру, жекелендіріп түсіндіру, модельдеу және жедел кері байланыс беру мүмкіндіктері күрделі ұғымдарды меңгеруді күшейтетіні дәлелденді. Зерттеу нәтижелері негізінде мектеп тәжірибесіне енгізуге дайын модульдік модель және әдістемелік құрал (сабақ жоспары, тапсырмалар, ЖИ қолдану ережелері) ұсынуға болады.

Түйін сөздер: жасанды интеллект, мектеп физикасы, медициналық физика, МРТ, КТ, томография, пәнаралық интеграция, электив курс, квази-эксперимент

А.А. Камбарбекова^{1}, Б.С. Уалиханова², М. Сары³*

^{1,2}Южно-Казахстанский педагогический университет имени У. Жанибекова,
Шымкент, Казахстан

³Университет Гази, Анкара, Турецкая Республика

*e-mail: kambarbekova.aizada@okmpu.kz

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ФИЗИКИ В ШКОЛЬНУЮ ПРОГРАММУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация. В статье экспериментально оценивалась эффективность интеграции элементов медицинской физики в школьную физику с использованием инструментов искусственного интеллекта (ИИ). Актуальность исследования обусловлена необходимостью усиления роли физики в профессиональной ориентации старшеклассников в Казахстане и отсутствием систематического введения физических основ медицинских приборов и методов диагностики в содержание предмета. Исследование проводилось в квазиэкспериментальном дизайне: контрольная группа (без использования ИИ, $n=51$) и экспериментальная группа (с использованием ИИ, $n=52$). Образовательное вмешательство осуществлялось посредством модуля «Электромагнитное поле и элементы медицинской физики», состоящего из 4 тем: (I) свойства электромагнитного поля, (II) физические основы магнитного поля и МРТ, (III) физические основы электромагнитного излучения и рентгеновской/КТ, (IV) принципы томографии и ионизирующие/неионизирующие методы. Результаты оценивались с помощью анкеты, состоящей из 12 утверждений по шкале Ликерта (1–5). Согласно основным результатам, общий индекс составил $4,26 \pm 0,23$ в экспериментальной группе и $2,54 \pm 0,16$ в контрольной группе, а разница между группами была статистически значимой ($p < 0,001$). Устойчивое преимущество наблюдалось также во всех разделах (все $p < 0,001$), при этом наибольшая разница зафиксирована в разделе IV. При внутреннем анализе для 10 и 11 классов преимущество экспериментальной группы сохранилось. В практическом смысле в экспериментальной группе преобладал высокий индекс (4–5 баллов), указывающий на уровень «уверенного понимания», и было доказано, что возможности ИИ визуализировать, индивидуально объяснять, моделировать и предоставлять немедленную обратную связь по элементам медицинской физики повышают усвоение сложных понятий. На основе результатов исследования можно предложить модульную модель и методический пакет (план урока, задания, правила использования ИИ), готовый к внедрению в школьную практику.

Ключевые слова: искусственный интеллект, школьная физика, медицинская физика, МРТ, КТ, томография, междисциплинарная интеграция, элективный курс, квазиэксперимент

Received 13 March 2026

FTAMP 20.01.45

DOI: <https://doi.org/10.47344/45ce6c31>Ж.Е. Зултыхар¹, А.А. Рысдаулетова^{2*}^{1,2}Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан*e-mail: 30.03.94.a@mail.ru

ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДА ПРОГРАММАЛАУ ПӘНДЕРІН ОҚЫТУДА VIBE CODING ӘСЕРІ ЖӘНЕ ТӘЖІРИБЕЛІК БАҒАЛАУ

Аңдатпа. Мақала жоғары оқу орындарында программалау пәндерін оқыту процесінде жиі кездесетін «Vibe coding» құбылысының себептерін және оның оқу нәтижелеріне әсерін анықтауға, сондай-ақ оның алдын алуға бағытталған әдістеменің тиімділігін бағалауға арналған. Қазіргі таңда білім алушылар арасында тапсырмаларды жасанды интеллект көмегімен шешу, іздену үрдісінің төмендегендігі ғылымда үлкен мәселеге айналып отыр. Программалау пәндерін оқыту контекстінде алгоритмдеуге арналған тапсырмаларды және оқу бағдарламаларын әзірлеуді ЖИ көмегімен механикалық түрде орындау үрдісі «Vibe coding» терминімен сипатталады. Осыған орай, «Vibe coding» құралдарының білім алушылар арасында таралу ауқымын, қолдану деңгейін және оның алдын алу мүмкіндіктерін айқындау мақсатында Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университетінде «Информатика» білім беру бағдарламасы білім алушыларының қатысуымен сауалнама жүргізілді. Сауалнама нәтижесінде білім алушылардың 96%-ы ЖИ құралдарын үнемі пайдаланатындығын жеткізді. Зерттеу барысында білім алушылардың академиялық адалдық талаптарын ескермей, ЖИ дайындаған жауаптарды пайдалануының басты факторлары анықталды. Сонымен қатар, алгоритмдік ойлауды дамытуға, шешімнің авторлығын анықтауға және тапсырмаларды кезең-кезеңімен негіздеуге бағытталған цифрлық ортасы әзірленді. Жасақталған цифрлық ортаның тиімділігі пилоттық эксперимент көмегімен сынақтан өткізілді. Экспериментке жалпы саны 47 білім алушы қатысты: оның ішінде 23 эксперименттік, 24 білім алушы бақылау тобына бөлінді. Эксперимент нәтижесінде екі топ арасында статистикалық айырмашылық бар екені анықталды. Cohen's *d* статистикалық әсер өлшемі - 0.671 құрап, орташа-жоғары әсер көлемі, яғни қолданылған эксперименттік әдістеменің ықпалы сенімді екендігі дәлелденді.

Түйін сөздер: vibe coding, программалау, жасанды интеллект, алгоритмдік ойлау, цифрлық орта, интеллект-карта, код логикасы, платформа

Кіріспе

Қазіргі кезеңде жоғары оқу орындарында программалау пәндерін оқыту барысында білім алушылардың дайын код үлгілеріне, интернеттегі дайын шешімдерге және жасанды интеллект құралдарына шамадан тыс тәуелділігі айқын байқалуда. Ғылыми әдебиеттерде аталмыш құбылыс «Vibe coding» ұғымымен сипатталады. Аталған үрдіс білім алушылардың программалау тілінің негіздерін терең түсінбей, тек нәтижеге жетуге бағытталған үстірт әрекеттермен шектелуіне әкеледі. Нәтижесінде алгоритмдік ойлау, логикалық талдау, есепті формальдау және дербес шешім қабылдау қабілеттері жеткілікті деңгейде дамымайды (De Silva et al., 2025). «Vibe coding» үрдісіне бейім білім алушылар күрделі есептерді өз бетінше модельдеу, тиімді алгоритм құрастыру және кодты оңтайландыру дағдыларын игеруде қиындықтарға тап болады. Осының салдарынан болашақ мамандардың кәсіби даярлығына кері әсер етіп, олардың нақты инженерлік немесе ғылыми мәселелерді шешу қабілетін шектейді. Сондықтан программалау пәндерін оқытуда білім алушылардың дербес ойлауын, шығармашылық ізденісін және алгоритмдік мәдениетін қалыптастыруға бағытталған әдістерді күшейту өзекті болып табылады. Соңғы жылдары жасанды интеллекттің программалауды үйретудегі рөлі туралы зерттеулер саны артып, оның оң және теріс әсерлері ғылыми қауымдастықтың назарын аударып отыр.

Geng (2025) жүргізген зерттеу қазіргі білім беру үдерісінде кеңінен таралған «Vibe coding» құбылысының ерекшеліктерін айқындай отырып, білім алушылардың жасанды интеллект құралдарын көбіне механикалық түрде пайдаланатынын көрсетеді. Аталған жағдайда білім алушылар дайын шешімдердің алгоритмдік құрылымы мен логикасын түсінбей қабылдайды. Салдары алгоритмдік ойлаудың дамуын тежеп, код логикасын меңгеру сапасын төмендетеді. Зерттеу нәтижелері білім алушылардың синтаксисті үстірт игеріп, күрделі программалық есептерді өз бетінше шешуде қиындықтарға тап болатынын дәлелдейді. Осыған байланысты авторлар жоғары оқу орындарында жасанды интеллектіні саналы әрі жауапты түрде қолдануға бағытталған әдістемені енгізу қажеттігін негіздейді, мұнда білім алушылар тек дайын кодты пайдаланушы емес, оны талдайтын, түсіндіретін, өзгертіп, қайта құрастыра алатын белсенді субъект ретінде қалыптасуы тиіс (Geng, 2025).

Amoozadeh және т.б. (2024) зерттеуінде CS1 деңгейіндегі білім алушылардың жасанды интеллект құралдарын қалай және қандай мақсатта пайдаланатынын жан-жақты талдауға бағытталған. Зерттеу нәтижелері білім алушылардың ЖИ құралдарын негізінен программалау тапсырмаларын орындауды жеңілдету, уақытты үнемдеу және күрделі есептердің дайын шешімдерін алу мақсатында қолданатынын көрсетті. Алайда, авторлар маңызды мәселе ретінде ЖИ-ге тәуелділік деңгейінің артуын және ұсынылған шешімдерді сыни тұрғыдан бағалау дағдыларының жеткіліксіз дамуын атап өтеді. Атап айтқанда, білім алушылар көп жағдайда ЖИ ұсынған кодты терең талдамай, оның логикасын толық түсінбей қабылдайды. Зерттеуде ұсыныстарды бағалау стратегиялары ерекше мәнге ие екені көрсетіліп, егер білім алушылар алынған нәтижелерді тексеру, салыстыру және талдау дағдыларын қолданбаса, онда оқу нәтижелері төмендеуі мүмкін екені дәлелденеді. Сонымен қатар, ЖИ құралдары программалауды үйренуді жеңілдеткенімен, кейбір жағдайларда білім алушылардың өз бетінше ойлау қабілетін әлсіретіп, шешім қабылдау процесін формалды сипатқа айналдыратыны анықталған. Бұл әсіресе бастапқы деңгейдегі білім алушылар үшін қауіпті, себебі олар программалау негіздерін терең меңгермей тұрып, дайын шешімдерге сүйеніп кетуі мүмкін. Авторлар осы мәселелерді ескере отырып, ЖИ-ды оқу процесінде қолдану нақты педагогикалық шектеулермен реттелуі тиіс деген қорытындыға келеді. Яғни, білім алушыларға ЖИ құралдарын толық қолдануға емес, оны саналы, мақсатты және бақылаулы түрде пайдалануға жағдай жасау қажет. Сонымен қатар, рефлексияға бағытталған тапсырмаларды енгізу, алынған кодты талдау, оны түсіндіру және өзгерту сияқты әрекеттерді күшейту ұсынылады. Ұсынылған тәсілдер білім алушылардың алгоритмдік ойлауын дамытуға, код логикасын терең түсінуіне және ЖИ құралдарын тиімді әрі жауапты қолдануына мүмкіндік береді (Amoozadeh et al., 2024).

Denny және т.б. (2024) мақаласы генеративті жасанды интеллект технологияларының информатика білім беру саласына әсерін жүйелі түрде талдауға бағытталған және құралдардың оқу үдерісіне ықпалының екіжақты сипатын айқын көрсетеді. Авторлар генеративті ЖИ-дың білім алушыларға программалау тапсырмаларын орындауды жеңілдетіп, күрделі ұғымдарды түсіндіруде қолдау көрсетіп, оқу тәжірибесін кеңейтуге мүмкіндік беретінін атап өтеді, алайда сонымен қатар оның бірқатар маңызды педагогикалық және этикалық мәселелерді туындататынын да негіздейді. Бұл орайда академиялық адалдық мәселесі күрделене түседі: білім алушылар ЖИ құрастырған дайын жауаптарды өз еңбегі ретінде ұсыну қаупі бар. Сонымен қатар, дәстүрлі бағалау әдістерінің тиімділігі төмендеуі мүмкін, себебі оқытушы білім алушының нақты білім деңгейін емес, ЖИ құралдарын пайдалану қабілетін бағалап қалу ықтималдығы жоғары. Зерттеуде сондай-ақ генеративті ЖИ-дың білім алушылардың негізгі когнитивтік дағдыларына, әсіресе алгоритмдік және сыни ойлау қабілеттеріне кері әсер етуі мүмкін екені көрсетіледі, өйткені білім алушылар есептің мәнін терең түсінбей, дайын шешімдерге сүйенуге бейім болады. Осыған байланысты авторлар ЖИ технологияларын оқу үдерісіне енгізу барысында жауапты және ғылыми негізделген тәсілді қолдану қажеттігін алға тартады. Атап айтқанда, педагогикалық модельдерді қайта қарастыру, бағалау жүйесін жетілдіру, сондай-ақ білім алушылардың сыни ойлау, талдау және рефлексия дағдыларын дамытуға бағытталған тапсырмаларды енгізу

ұсынылады. Сонымен бірге, ЖИ құралдарын қолдану шекараларын нақты анықтап, оларды білім алушының танымдық белсенділігін арттыру құралы ретінде тиімді пайдалану жолдарын қалыптастыру маңызды екені атап көрсетіледі (Denny et al., 2024).

Альдибекова (2025) «Жоғары білім беру саласында жасанды интеллектті қолдану мәселелері: оң мүмкіндіктері мен қауіпті жақтары» атты мақаласында жасанды интеллект технологияларын жоғары білім жүйесіне енгізудің екіжақты сипатын атап өтеді. Автордың пікірінше, ЖИ білім беру үдерісін жекелендіруге, білім алушылардың оқу траекториясын бейімдеуге және оқыту сапасын арттыруға кең мүмкіндік береді. Сонымен қатар, аталмыш технологиялар академиялық адалдықтың бұзылуы, этикалық нормалардың сақталмауы, білім алушылардың дербес ойлау қабілетінің әлсіреуі және оқытушылардың цифрлық құзыреттілігінің жеткіліксіздігі сияқты бірқатар қауіптерді де туындатуы мүмкін. Осы себепті ЖИ-ды білім беру саласында саналы әрі ғылыми негізде қолдану қажеттігі ерекше мәнге ие екенін атап айтты (Альдибекова, 2025).

Нои және т.б. (2025) зерттеуінде генеративті жасанды интеллект құралдарының кең таралуының білім беру үдерісіндегі әлеуметтік және когнитивтік аспектілерге ықпалын талдауға бағытталған. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, білім алушылардың оқу тапсырмаларын орындау барысында ChatGPT сияқты құралдарды жиі қолдануы бірлескен оқу тәжірибесінің сапасына теріс әсер етуі мүмкін. Атап айтқанда, білім алушылар бұрынғыдай бір-бірімен белсенді түрде пікір алмасып, мәселелерді бірлесе талқылаудың орнына, жеке-дара ЖИ көмегіне жүгінуге бейім бола бастайды. Нәтижесінде, оқу қауымдастықтарының әлсіреуіне, топтық өзара әрекеттесудің төмендеуіне және академиялық ортадағы әлеуметтік байланыстардың сиреуіне алып келеді. Сонымен қатар, зерттеуде білім алушылардың өзара түсіндіру, пікірталас жүргізу және бір-бірінен үйрену сияқты маңызды оқу әрекеттерінің азаюы олардың когнитивтік дамуына да кері әсер ететіні атап өтіледі. Бірлескен оқу барысында қалыптасатын сыни ойлау, аргументация және коммуникация дағдылары ЖИ-ға шамадан тыс тәуелділік жағдайында жеткілікті деңгейде дамымай қалуы мүмкін. Авторлар сондай-ақ білім алушылардың ЖИ құралдарын пайдалануы оқу процесін жекелендіргенімен, оның әлеуметтік сипатын әлсірететінін, яғни білім алушылардың оқу тәжірибесі оқшауланған сипатқа ие бола бастайтынын көрсетеді. Осыған байланысты зерттеу авторлары генеративті ЖИ-ды оқу үдерісінде қолдану кезінде оның әлеуметтік әсерлерін ескеру қажеттігін алға тартады. Атап айтқанда, бірлескен тапсырмаларды, топтық талқылауларды және өзара кері байланыс беруді күшейту, сондай-ақ ЖИ құралдарын тек көмекші құрал ретінде пайдаланып, білім алушылар арасындағы тікелей қарым-қатынасты сақтауға бағытталған педагогикалық тәсілдерді енгізу ұсынылады (Нои et al., 2025).

Осылайша, білім алушылардың жасанды интеллект көмегімен берілген тапсырмаларды механикалық тұрғыда орындау, vibe coding көмегімен дайын кодтарды пайдаланудың әсері әлемдік және отандық ғалымдар арасында елеулі қызығушылық тудырып отырғандығы анықталды. Соның ішінде, vibe coding құбылысының білім берудегі әсері соңғы үш жылдықта қарқынды зерттеле бастады. Оның себебін соңғы 5 жылдықтағы жасанды интеллект құралдарының қарқынды дамуымен және соның негізінде vibe coding құралдарының кеңінен таралуымен түсіндіреді.

Аталмыш мәселе еліміздің жоғары оқу орындарында кеңінен таралып отыр. Программалау саласында сапалы білім беруді қамтамасыз ету үшін білім алушылардың дайын шешімдерге шамадан тыс тәуелділігін азайтып, олардың алгоритмдік мәдениетін, логикалық ойлауын, шығармашылық қабілеттерін және практикалық дағдыларын дамыту маңызды болып отыр. Осыған байланысты vibe coding құбылысының алдын алуға бағытталған тиімді педагогикалық тәсілдер мен оқыту стратегияларын айқындау өзекті мәселе саналады. Теориялық және практикалық негізделген әдістерді қолдану білім алушылардың дербес ойлауын қалыптастырып, программалау есептерін өз бетінше талдау және шешу қабілеттерін арттыруға мүмкіндік береді.

Жоғарыда аталған еңбектер негізінен жасанды интеллекттің жалпы педагогикалық ықпалын немесе шетелдік тәжірибені талдауға шоғырланған. Ал отандық жоғары оқу

орындарының тәжірибесінде vibe coding құбылысының таралу деңгейі мен оның алдын алу жолдары нақты эмпирикалық әдістерді қолдана отырып зерттеуді қажет етеді (Research gap).

Осы олқылықтың орнын толтыру мақсатында орындалған бұл жұмыстың бұрынғы зерттеулерден айырмашылығы мен негізгі ғылыми жаңалығы келесідей құрылымдық негізде айқындалады:

- Біріншіден (Эмпирикалық негіз): Қазақстандық жоғары оқу орындарының контекстінде (программалау пәндері бойынша) vibe coding құбылысының таралу деңгейі алғаш рет нақты статистикалық сауалнама деректерімен дәлелденді.
- Екіншіден (Практикалық шешім): Мәселенің алдын алу үшін бағалаудың дәстүрлі тәсілдерімен шектелмей, машиналық оқыту (ML) модельдері негізінде жасанды интеллектті қолдануды және шешім авторлығын анықтайтын арнайы цифрлық ортасы әзірленді.
- Үшіншіден (Статистикалық негіздеме): Ұсынылып отырған әдістеменің білім сапасына оң ықпалы қатаң статистикалық әдістер (Манн-Уитни U тесті, Студенттің t-тесті және Cohen's d әсер өлшемі) арқылы нақты дәлелденді.

Зерттеудің мақсаты: жоғары оқу орындарында программалау пәндерін оқытуда vibe coding алдын алу әдістерінің тиімділігін жан-жақты талдау және оларды оқу үдерісіне енгізудің педагогикалық шарттарын анықтау.

Зерттеу мақсатына сәйкес келесі міндеттер айқындалды:

- vibe coding құбылысының жоғары оқу орындарында білім алушылар арасында таралу деңгейін анықтау мақсатында сауалнама жүргізу;
- программалау пәндерін оқытуда vibe coding элементтерін алдын алудың цифрлық орта әзірлеу;
- жасалған әдістеменің тиімділігін пилоттық сынақтан өткізу.

Әдістер мен материалдар

Зерттеу Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университетінде информатика бағыты бойынша білім алушылардың қатысуымен жүргізілді. Эмпирикалық деректерді жинау және талдау үдерісі кешенді тәсіл негізінде ұйымдастырылды. Атап айтқанда, білім алушылардың көзқарасы мен тәжірибесін анықтау үшін Google Forms онлайн сауалнама платформасы қолданылды. Сонымен қатар, олардың программалау тапсырмаларын орындау ерекшеліктерін бағалау мақсатында код үлгілерін талдауға арналған арнайы бақылау парақтары пайдаланылды. Пилоттық эксперимент аясында білім алушылардың практикалық дағдыларын анықтауға бағытталған тапсырмалар жиынтығы енгізілді. Жиналған деректер зерттеу мақсатына сәйкес жүйеленіп, сапалық және сандық тұрғыдан талданды.

Зерттеудің эмпирикалық бөлімінде білім алушылардың «vibe coding» құралдарын қолдану жиілігі мен себептерін анықтау мақсатында Google Forms жүйесінде арнайы сауалнама әзірленді. Сауалнама құралы Likert шкаласына негізделген жабық және ашық сұрақтардан тұрады. Жабық сұрақтар ЖИ құралдарын қолдану жиілігін өлшесе, ашық сұрақтар студенттердің vibe coding-ке жүгіну себептерін анықтауға бағытталды. Сауалнамадағы ашық сұрақтардан алынған сапалық деректерді өңдеу үшін тақырыптық талдау (thematic analysis) әдісі қолданылды. Білім алушылардың еркін формада берген жауаптары мазмұны бойынша алғашқы кодтаудан өткізіліп, ұқсас пікірлер ортақ категорияларға біріктірілді. Нәтижесінде «уақыт тапшылығы», «код логикасын түсінбеу» және «дайын шешімге тәуелділік» сияқты негізгі концептуалды топтар (кластерлер) құрылды. Мұндай жүйелі талдау білім алушылардың vibe coding-ке жүгінуінің ішкі мотивациясы мен себептерін объективті түрде ашып көрсетуге мүмкіндік берді. Практикалық кезеңдегі тапсырмалар сипаты базалық алгоритмдік құрылымдарды (сызықтық, тармақталу, цикл) қамтыды және олар тек нәтижені ғана емес, кодтың әр қатарын логикалық негіздеуді талап ететіндей құрастырылды. Практикалық кезеңде білім алушылардың орындаған программалау тапсырмалары жинақталып, шешімнің логикалық құрылымы, қателік сипаты және кодты түсіндіре алу қабілеті бойынша талданды.

Пилоттық эксперимент арнайы әзірленген оқыту материалдары негізінде жүзеге асырылды. Эксперимент барысында білім алушылардың алгоритмдік ойлау деңгейі, есепті кезең-кезеңімен түсіндіру дағдысы және тапсырмаларды дербес орындау мүмкіндігі бақыланды. Осы кезеңде бақылау, салыстырмалы талдау және мазмұндық интерпретация әдістері қолданылды.

Пилоттық экспериментке университеттің «Есептеу техникасы және бағдарламалық қамтамасыз ету» білім бағдарламасының 3 курс білім алушыларының 301, 302 топтары таңдап алынды. Қатысушылардың жалпы саны 47 білім алушыны құрады. Екі топтың білім деңгейі айқындаушы эксперимент көмегімен тексерілді және екі топтың арасында статистикалық маңызды айырмашылық жоқ екендігі дәлелденді. Эксперименттік топ ретінде 301-топ, бақылау тобы ретінде 302-топ таңдалынды. Эксперимент топта 23 білім алушы, бақылау топта 24 білім алушы қатысты. Эксперимент үш негізгі кезеңнен тұрды. Бірінші кезеңде екі топтың базалық білімі мен *vibe coding*-ке бейімділігі бағаланды. Екінші (қалыптастырушы) кезең 15 аптаға созылды: эксперименттік топ арнайы әзірленген цифрлық орта арқылы оқытылса, бақылау тобы дәстүрлі форматта оқуын жалғастырды.

Осы кезеңде арнайы жасақталған ЖИ кодты анықтау модулі кіріктірілген цифрлық ортасы тестілеуден өткізілді. Аталмыш жүйе білім алушылар жобасын машиналық оқыту және жасанды интеллект көмегімен анализ жасау арқылы жұмыс жасайды. Яғни, машиналық оқыту алгоритмдері жасанды интеллект маркерлерін анықтап, оны өтілген пән контекстімен салыстырамыз, алынған мәліметтерді жасанды интеллект көмегімен толықтырамыз. Басты мақсат жалған оң нәтижелер санын азайту, себебі код плагиатын анықтау қазіргі таңда шешімі қиын мәселелердің бірі. Бұл жерде басты қиындық программалық кодтың белгілі бір ережелерге бағынуында. Демек, тексеріліп отырған мәтін белгілі бір паттерінге бағынады. Сондықтан кодтарды тексеру барысында контекстке мән беру маңызды.

Үшінші кезеңде қорытынды бақылау кесіндісі алынып, нәтижелер статистикалық өңдеуден өткізілді.

Жиналған деректерді өңдеу барысында жауаптардың жиілік сипаттамалары есептеліп, алынған нәтижелер мазмұнына қарай топтастырылды, сапалық талдау жүргізілді және практикалық тапсырмалар нәтижелеріне салыстырмалы бағалау жасалды. Қолданылған әдістер мен зерттеу құралдарының кешенді үйлесімі *vibe coding* құбылысының көріністерін нақты анықтауға мүмкіндік берді. Сонымен қатар, мұндай кешенді талдау білім алушылардың алгоритмдік ойлау деңгейін, программалық кодты орындау дағдыларын және жасанды интеллект құралдарын пайдалану ерекшеліктерін жан-жақты түсінуге жағдай жасады.

Эксперименттік деректерді өңдеуде қолданылатын статистикалық критерийлерді таңдау таңдаманың қалыпты үлестірім заңдылығына негізделді. Деректердің қалыпты үлестірімге бағынуы Шапиро-Уилк (Shapiro-Wilk) тесті арқылы тексерілді. Бастапқы кезеңде екі тәуелсіз топтың (эксперименттік және бақылау) білім деңгейлерін салыстыру үшін параметрлік емес Манн-Уитни U тесті қолданылса, эксперименттен кейінгі нәтижелердің статистикалық маңыздылығын бағалау үшін (қалыпты үлестірім расталғандықтан, $p > 0.05$) параметрлік Стьюденттің t-тесті таңдалды. Сонымен қатар, табылған статистикалық айырмашылықтың практикалық маңыздылығын (күшін) бағалау үшін Cohen's d әсер өлшемі (effect size) есептелді. Бұл әдістер таңдама көлемінің ($N=47$) шағын болуын ескере отырып, ең дәл әрі сенімді нәтиже алу мақсатында кешенді түрде пайдаланылды.

Нәтижелер және оларды талдау

Бірінші зерттеу міндетіне сәйкес Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті және Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің білім алушылары арасында жоғары оқу орындарында программалау пәндерін оқыту барысында «*vibe coding*» құбылысының әсерін анықтауға бағытталған кешенді сауалнама жүргізілді. Зерттеу барысында білім алушылардың жасанды интеллект құралдарын пайдалану жиілігі, оларды қолдану мақсаты, дайын кодқа тәуелділік деңгейі, алгоритмдік ойлау дағдылары және тапсырмаларды өз бетінше орындау қабілеттері жан-жақты қарастырылды. Сонымен қатар, сауалнама сұрақтары білім

алушылардың кодты түсіну деңгейін, қателерді талдау және түзету дағдыларын, сондай-ақ жасанды интеллектке деген сенім дәрежесін анықтауға бағытталды. Қазіргі уақытта зерттеуге барлығы 240 білім алушы сауалнамадан өтті.

Жүргізілген сауалнама нәтижелері білім алушылардың жасанды интеллект (ЖИ) құралдарын пайдалану деңгейі жоғары екенін айқын көрсетті. Респонденттердің шамамен 96%-ы ЖИ құралдарын белсенді қолданатынын мәлімдеді, ал қолданбайтындар үлесі 5%-дан аз деңгейде қалды (1-сурет). Көрсеткіш ЖИ технологияларының білім беру тәжірибесіне терең енгенін, сондай-ақ білім алушылардың күнделікті оқу үдерісінде цифрлық көмекшілерге деген тәуелділігінің артып келе жатқанын білдіреді.

Білім алушылар арасында жасанды интеллект (ЖИ) құралдарын пайдалану деңгейінің айтарлықтай жоғары екенін көрсетті. Жүргізілген сауалнама деректерін талдау барысында респонденттердің едәуір бөлігі ЖИ технологияларын оқу үдерісінде тұрақты және жүйелі түрде қолданатынын анықталды. Атап айтқанда, қатысушылардың шамамен 47%-ы жасанды интеллект құралдарын күнделікті пайдаланатынын көрсеткен. Нәтижесінде білім алушылардың жартысына жуығы ЖИ-ді тек қосымша ресурс ретінде ғана емес, күнделікті оқу әрекетінің негізгі элементі ретінде қабылдайтынын білдіреді. Сонымен қатар, респонденттердің 32%-ға жуығы ЖИ құралдарын аптасына бірнеше рет қолданатынын атап өткен. Бұл санаттағы білім алушылар ЖИ-ді тұрақты түрде пайдаланғанымен, оны күнделікті қажеттілік деңгейінде қолданбайды, дегенмен оқу тапсырмаларын орындау барысында маңызды көмекші құрал ретінде қарастырады. Ал айына бір немесе екі рет қолданатын білім алушылардың үлесі шамамен 12%-ды құрайды. Бұл топ ЖИ мүмкіндіктерін сирек пайдаланатындар қатарына жатады және олардың қолдану белсенділігі белгілі бір жағдайлармен немесе нақты тапсырмалармен ғана шектелуі мүмкін. Жасанды интеллект құралдарын өте сирек қолданатын білім алушылардың үлесі 7% шамасында болса, мүлдем пайдаланбайтындардың көрсеткіші 2%-дан төмен екені анықталды. Мұндай төмен көрсеткіштер қазіргі білім беру жүйесінде ЖИ құралдарының өте қолжетімді әрі кеңінен таралғанын айғақтайды.

Жасанды интеллект құралдарын қолданудың негізгі мақсаттарын талдау нәтижелері білім алушылардың ұсынылған технологияларды көбінесе оқу үдерісін қолдану құралы ретінде пайдаланатынын көрсетті. Респонденттердің шамамен 70%-ы ЖИ-ді ақпарат іздеу, оқу материалдарын түсіндіру, сондай-ақ күрделі тақырыптарды тереңірек меңгеру мақсатында қолданатынын атап өткен. Алынған нәтиже білім алушылардың ЖИ-ді тек дайын жауап алу үшін емес, білімін толықтыру және тақырыпты тереңірек түсіну құралы ретінде қолданатынын көрсетеді. Аталған санаттағы білім алушылар үшін жасанды интеллект оқу барысында жеке көмекші рөлін атқарады. Олар ЖИ көмегімен күрделі ұғымдарды қарапайым тілмен түсіндіруге, қосымша мысалдар алуға, теориялық материалдарды нақтылауға және өзіндік дайындықты күшейтуге мүмкіндік алады. Нәтижесінде, білім алушылардың танымдық белсенділігі артып, өз бетінше білім алу дағдылары дамиды. ЖИ құралдары оқу материалдарын жедел әрі қолжетімді түрде ұсыну арқылы уақытты үнемдеуге және оқу процесінің икемділігін арттыруға жағдай жасайды.

Оған қоса, сауалнама қорытындысы білім алушылардың белгілі бір бөлігі ЖИ құралдарын тапсырмаларды тікелей орындау мақсатында пайдаланатынын да көрсетті. Атап айтқанда, респонденттердің шамамен 13%-ы ЖИ-ді дайын жауап алу немесе тапсырмаларды автоматты түрде орындау үшін қолданатынын мәлімдеген. Мұндай пайыздық үлес салыстырмалы түрде жоғары болмағанымен, білім алушылардың бір бөлігінің ЖИ мүмкіндіктерін репродуктивті деңгейде қолданатынын аңғартады. Мұндай үрдіс академиялық адалдық қағидаларына және білім алушылардың дербес ойлау қабілетінің қалыптасуына белгілі бір деңгейде қауіп төндіруі мүмкін.

Бұдан бөлек, респонденттердің шамамен 11%-ы жасанды интеллект құралдарын программалау саласында, атап айтқанда код жазу, қателерді түзету және алгоритмдерді жетілдіру мақсатында пайдаланатынын көрсеткен. Осы дерек ЖИ-дің техникалық бағыттағы пәндерде, әсіресе программалау мен ақпараттық технологиялар саласында тиімді құралға

айналғанын айғақтайды. ЖИ көмегімен білім алушылар код құрылымын түсінуді жеңілдетіп, қателерді жылдам анықтап, практикалық дағдыларын жетілдіре алады. Ал мәтін жазу немесе тұрмыстық сипаттағы басқа да міндеттер үшін ЖИ құралдарын қолданатындардың үлесі 2%-дан аз екені анықталды. Жиналған мәліметтер білім алушылардың ЖИ-ді негізінен академиялық мақсаттарда пайдаланатынын және оның оқу үдерісіндегі рөлінің басым екенін көрсетеді.

Программалау пәні контекстінде vibe coding құбылысына әкелетін негізгі факторларды талдау барысында респонденттердің басым бөлігі қиындықтардың код логикасын түсінбеуден туындайтынын көрсеткен. Олардың жауаптары түрліше тұжырымдалғанымен, негізгі мәні бір: білім алушылар алгоритмді өз бетімен ойластыру мен түсіндіруде қиналады. Сондай-ақ жеке пікірлерден уақыт тапшылығы, дайын шешімге иек арту және тапсырманы тез орындау қажеттілігі vibe coding-ке бейім мінез-құлықты күшейтетіні байқалады. Жекелеген респонденттердің пікірлері өте аз үлеске ие болғанымен (әрқайсысы 1% шамасында), олар аталмыш құбылыстың көпқырлы екенін көрсетеді.

Жасанды интеллект құралдарын пайдаланудың нәтижесіне қатысты сауалнама деректері білім алушылардың басым бөлігінің сапалық көрсеткіштерге мән беретінін көрсетті. Атап айтқанда, сауалнамаға қатысушылардың шамамен 37%-ы үшін ең маңызды фактор ретінде ұсынылған шешімнің логикасының дұрыс әрі түсінікті болуы белгіленген. Алынған мәлімет білім алушылардың есептің тек нәтижесін ғана емес, оны шешу барысында қолданылған тәсілдер мен ойлау логикасын да меңгеруге ұмтылатынын дәлелдейді. Мұндай көзқарас олардың сыни ойлау дағдыларының дамуына, сондай-ақ теориялық білімді практикамен ұштастыру қабілетінің қалыптасуына оң әсер етеді. Оған қоса, логикалық тұрғыдан түсінікті шешімдер білім алушыларға өз бетімен ұқсас тапсырмаларды орындауға мүмкіндік береді.

Екінші кезекте, респонденттердің 32%-ы үшін дұрыс жұмыс істейтін код негізгі нәтиже ретінде қарастырылады. Аталған көрсеткіш тәжірибелік пәндерде, әсіресе программалауда, қатесіз әрі тиімді жұмыс істейтін кодтың аса маңызды екенін айғақтайды. Білім алушылар үшін тек теориялық түсінік емес, нақты нәтиже беретін, іске асырылатын кодтың болуы басты назарда. Мұндай ұстаным олардың практикалық дағдыларын дамытуға және нақты мәселелерді шешуге бейімделуіне ықпал етеді. Ал сауалнама қорытындысына сәйкес, қатысушылардың шамамен 15%-ы ЖИ құралдарын қолдануда жылдамдық факторын басты орынға қоятыны анықталды. Олар үшін тез әрі жедел жауап алу маңызды болып табылады, себебі қазіргі білім беру жағдайында уақытты тиімді пайдалану қажеттілігі жоғары. ЖИ құралдарының жылдам жауап беру мүмкіндігі білім алушыларға қысқа уақыт ішінде қажетті ақпаратты алуға және оқу тапсырмаларын жедел орындауға жол ашады.

Сондай-ақ, респонденттердің 13%-ы үшін тапсырманың орындалу фактісінің өзі негізгі көрсеткіш ретінде қабылданады. Осы санаттағы білім алушылар үшін нәтижеге қол жеткізу басты мақсат саналады, ал шешімнің ішкі логикасы немесе сапасы екінші кезекте тұруы мүмкін. Мұндай көзқарас белгілі бір деңгейде оқу мотивациясының ерекшеліктерін немесе тапсырманы орындауға бағытталған прагматикалық тәсілді көрсетеді.

Жасанды интеллект көмегімен орындалған жұмыстарды оқытушыға өз еңбегі ретінде тапсыруға қатысты білім алушылардың жауаптары біркелкі емес екенін көрсетті. Сауалнама нәтижелері бойынша респонденттердің 42%-ы мұндай әрекетке кейде баратынын атап өткен. Одан бөлек, 20%-дан астам білім алушы ЖИ көмегімен жасалған тапсырмаларды тұрақты түрде өз жұмысы ретінде тапсыратынын мойындаған. Қатысушылардың 23%-ы мұндай тәсілді ешқашан қолданбайтынын білдіріп, академиялық адалдық қағидаттарын сақтауға ұмтылатынын көрсеткен. Қалған 14% респондент сұраққа жауап беруден бас тартқан. Жиналған деректер білім алушылардың едәуір бөлігінің ЖИ құралдарын академиялық адалдық талаптарына қайшы келетін жағдайда пайдаланатынын аңғартады. Дегенмен, белгілі бір топтың мұндай тәжірибеден саналы түрде бас тартуы білім алушылар арасында жауапкершілік пен этикалық ұстанымдардың бар екенін де көрсетеді. Осы үрдіс жоғары оқу орындарында ЖИ-ды қолдану мәдениетін қалыптастыру мен академиялық адалдықты нығайтуға бағытталған түсіндіру және алдын алу шараларының қажеттігін айқындайды.

Сурет 1

Жасанды интеллект құралдарын пайдалану жиілігі



Алынған статистикалық деректер білім алушылар арасында ЖИ құралдарының жоғары деңгейде қолданылатынын, *vibe coding* құбылысының нақты себептері бар екенін және ЖИ-мен жұмыс істеудің академиялық этика тұрғысынан сын-тегеуріндер туғызатынын анық көрсетті.

Алгоритмдеу және программалау негіздері пәнін оқытуға арналған, шешім авторлығын анықтау модулі кіріктірілген цифрлық ортасы әзірленді. Цифрлық орта бірнеше өзара байланысты бөліктерден тұрады: теориялық мәліметтер блогы, демонстрациялық материалдар, практикалық тапсырмалар жинағы және білім алушылардың оқу жетістіктерін қадағалайтын бақылау жүйесі. Мұндай құрылым білім алушылардың программалау логикасын меңгеруін, түсінуін және дербес талдау дағдыларын кезең-кезеңімен қалыптастыруға мүмкіндік береді. Теориялық және демонстрациялық мәліметтер блогында программалау тілдерінің негіздері, программаның құрылымы, мәліметтер типтері, мәліметтерді енгізу мен шығару тәсілдері, арифметикалық өрнектер мен сандық функцияларды пайдалану қағидалары, сондай-ақ сызықты алгоритмдерді программалау бойынша толыққанды оқу материалы берілген. Осы бөлімде білім алушыларға алгоритмдік ұғымдарды жүйелі қабылдауға, программалаудың базалық конструкцияларын саналы түрде түсінуге және кодтың құрылымдық ұйымдасуын логикалық тұрғыдан талдауға жағдай жасайды. Қосымша мәліметтер блогында бейнесабақтар, интеллект-карталар мен логикалық интерактивті тапсырмалар ұсынылған. Материалдар теориялық мазмұнды визуалды құрылымдауға, күрделі ұғымдарды жеңіл меңгеруге және алгоритмдік ойлауды жан-жақты дамытуға бағытталған. Интеллект-карталар күрделі ақпаратты жүйелеуге көмектессе, интерактивті жаттығулар білім алушылардың логикалық пайымдауын және кодтың ішкі байланыстарын түсіндіру қабілетін жетілдіреді. Есептер жинағы бөлімінде практикалық дағдыларды бекітуге арналған программалық есептер ұсынылып, білім алушылар олардың орындалу нәтижелерін ортада бірден тексере алады. Әр есептің шешімін білім алушылар өзі шығарғандығын анықтайды. Мұндай тәсіл *vibe coding*-ке тән механикалық көшіру немесе дайын шешімдерді ойланбастан қолдану қаупін азайтып, программалық тапсырмаларды саналы орындау мәдениетін қалыптастыруға бағытталған. Цифрлық ортаның басты ерекшелігі – шешім авторлығын анықтау модулі. Модуль білім алушының тапсырманы орындауға жұмсаған уақытын тіркеу, кодты редакторға бірден көшіріп қою (*copy-paste*) әрекеттерін бұғаттау немесе шектеу, сондай-ақ жазылған кодтың негізгі блоктары бойынша қысқаша рефлексиялық сұрақтарға (мысалы, "бұл функция қандай қызмет атқарады?") жауап беруді талап ету алгоритмдеріне негізделген. Оған қоса, аталған модульде жазылған кодтың жасанды интеллект арқылы генерацияланғанын анықтайтын арнайы функция іске асырылған. Тексеру процесі кодты бірнеше өлшемдер

бойынша (стильдік ерекшеліктер, құрылымдық күрделілік) талдайтын машиналық оқыту (Machine Learning) модельдерін қолдану арқылы жүзеге асырылады.

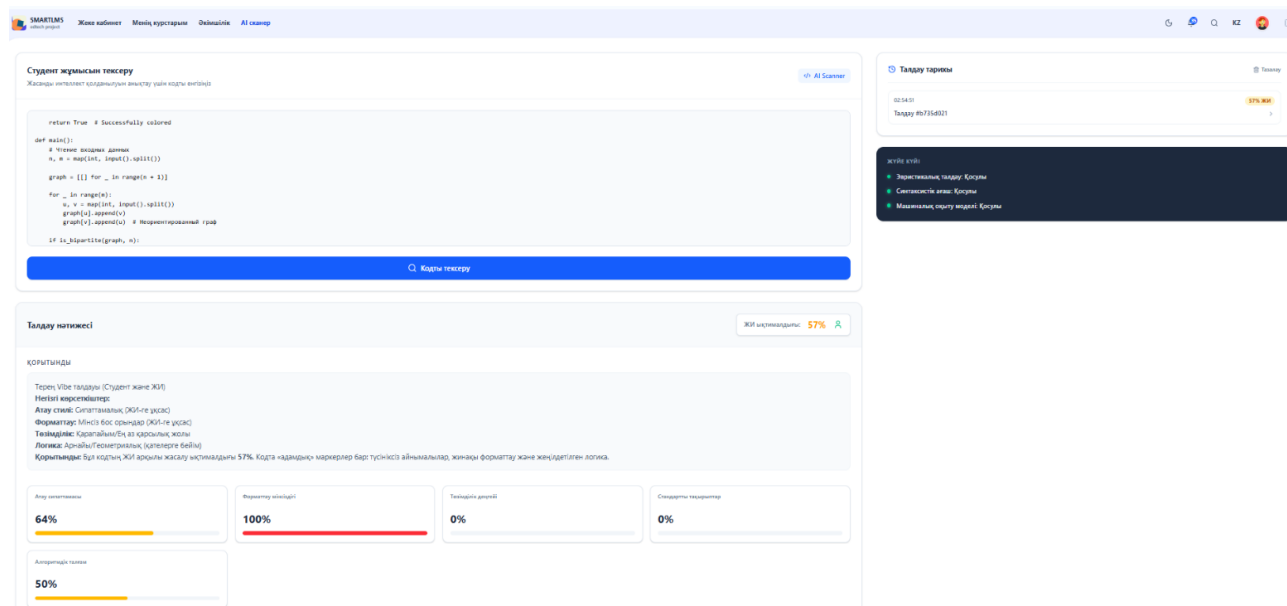
Мысал ретінде келесі тапсырманы алып қарастырайық: білім алушыларға графтар теориясы, тереңдік бойынша іздеу алгоритмі арқылы шешуге бағытталған тапсырма берілген. Білім алушылардан бүгінгі және алдыңғы сабақтарда алынған білімдерін пайдалана отырып аталмыш есепті шешу керек. Білім алушыларда тапсырманы орындауға жеткілікті теориялық мәлеметтер мен ұқсас есептер шешімдері берілген. Біздің цифрлық орта берілген есептерді шынайылыққа тексеру барысында осы білімдерді ескереді. Демек біз қатып қалған паттерндерді іздеуден, білім деңгейін, пререквизиттер көмегімен анықтау моделін пайдаланамыз.

Білім алушылар алынған тапсырманы өз компьютерлерінде орындайды, тексереді, дайын болған шешімді цифрлық ортаға жүктейді. Цифрлық орта алынған тапсырманы алдымен арнайы тесттер арқылы шешімнің дұрыстығына көз жеткізеді, егер қате жауап немесе орындалу барысында қателіктер орын алса, ол туралы кері байланыс береді. Егер есеп шешімі дұрыс болатын болса, оны жасанды интеллект құралдарын пайдалана отырып орындағанын тексеру модулін іске қосады. Бұл модуль тек мәтіндік ақпараттарды тексеруге арналған Turnitin, Антиплагиат.VУЗ, ОуSyn жүйелерінің жасанды интеллект анықтау модульдері секілді машиналық оқыту арқылы оқытылған модельдерді пайдаланады. Модель жоғары оқу орындары білім алушыларының орындаған тапсырмалары негізінде оқытылған. Алынған нәтижелер жасанды интеллект көмегімен толықтырылады. Нәтижесінде цифрлық орта алынған мәліметтерді саралай отырып арнайы есеп жасақтайды. Есепте тексерілген 5 параметр бойынша ақпарат беріледі және жалпы қорытынды жазылады.

2 - суретте білім алушының жоғарыда берілген тапсырманы орындау нәтижесі берілген. Жүйе нәтижесі бойынша жасанды интеллект үлесі 57%, демек берілген тапсырманы орындау барысында есеп жартысы жасанды интеллект көмегімен орындалғанын білдіреді. Оқытушы тексеру барысында білім алушының тереңдік бойынша іздеу алгоритмін Claude code көмегімен жазғаны, ал қалған бөлігін берілген тапсырмаға сәйкес бұрмалағаны анықталды. Демек, орта ұсынған талдау нәтижелерінің дұрыстығын дәлелдейді.

Сурет 2

Шешім авторлығын анықтау және программалық кодты талдау нәтижелері



Үшінші міндетке сәйкес, пилоттық эксперимент нәтижелері бойынша эксперименттік және бақылау топтарының орындау көрсеткіштеріне салыстырмалы талдау жүргізілді. Білім алушылардың бастапқы деңгейлері Манн-Уитни U тестісі арқылы тексерілді (Aleksić et al., 2025; Călin & Tuşa, 2023). Тестілеу нәтижесінде анықталған $p = 0.898$ көрсеткіші екі топ

арасында статистикалық тұрғыдан маңызды айырмашылық жоқ екенін растады. Яғни, эксперимент алдында топтардың дайындық деңгейі бірдей болды.

Кесте 1

Топтардың сипаттамалық статистикасы

Кезең	Топ	N	Орташа мән (M)	Стандарттық ауытқу (SD)	Медиана	Минимум	Максимум	Шапиро-Уилк р
Экспериментке дейін	Эксперимент	23	49.2	9.96	52	30	63	0.084
	Бақылау	24	49.5	9.87	52.0	30	63	0.062
Эксперименттен кейін	Эксперимент	23	79.9	9.42	82	60	93	0.090
	Бақылау	24	73.5	9.56	75.0	55	90	0.645

Ескерту. M = орташа мән; SD = стандарттық ауытқу; p = мәнділік деңгейі.

1-кестеде эксперименттік және бақылау топтарының орындау көрсеткіштері экспериментке дейін және кейінгі кезеңдерде қарастырылды. Бастапқы тестілеуде екі топтың орташа көрсеткіштері бірдей шамада болып, олардың бастапқы деңгейлерінің тең екенін көрсетті. Эксперименттен кейін эксперимент тобының орташа бағасы 79,9-ға жетіп, бақылау тобының 73,5 көрсеткішінен айтарлықтай жоғары болды. Алынған айырмашылық әзірленген әдістеменің оқу нәтижелеріне оң ықпал еткенін растайды. Сонымен қатар, алынған нәтижелер цифрлық ортаның тиімділігін көрсетіп, оқу үдерісінде оны қолданудың білім сапасын арттыруға мүмкіндік беретінін көрсетеді.

Ал эксперименттен кейінгі нәтижелерді салыстыру Стьюденттің t-тестісі арқылы жүргізілді (Chicco et al., 2025; Rahayu et al., 2024). Эксперименттік топтың орташа көрсеткіші 79.9-ды құраса, бақылау тобының орташа көрсеткіші 73.5 болды. T-тест нәтижесі бойынша мәнділік деңгейі $p = 0.026$ -ға тең болды. Аталған көрсеткіштің 0.05 маңыздылық деңгейінен төмен болуы әзірленген цифрлық орта қолданылған эксперименттік топтың көрсеткіштері бақылау тобына қарағанда статистикалық тұрғыдан айтарлықтай жоғары екенін дәлелдейді. Сәйкесінше, байқалған айырмашылық кездейсоқ емес, керісінше, ұсынылған әдістеменің оң ықпалының тікелей нәтижесі деп түсіндіріледі. Оған қоса, Cohen's d әсер өлшемі 0.671-ді құрап, орташадан жоғары тиімділікті көрсетті. Осылайша, цифрлық ортаның білім алушылардың алгоритмдік ойлауын және тапсырмаларды дербес орындау дағдыларын дамытудағы практикалық маңыздылығы нақты бекітіледі.

Кесте 2

Статистикалық тестілеу нәтижелері

Салыстыру	Тест	Статистика	df	p-мәні	Әсер көлемі	Әсер өлшемі
Экспериментке дейін	Манн-Уитни U	U = 270	—	0.898	$r_{rb} = 0.0236$	Ранг-бисериалды корреляция
Эксперименттен кейін	Стьюдент t	t = 2.30	45.0	0.026	d = 0.671	Cohen's d

Ескерту. $p < 0.05$ деңгейі статистикалық маңызды айырмашылық ретінде қарастырылды; r_b = ранг-бисериалды корреляция; d = Cohen's d әсер өлшемі.

2-кестеде жүргізілген салыстырмалы талдаулардың нәтижелері берілген.

Экспериментке дейін топтардың бастапқы деңгейін бағалау үшін Манн-Уитни U тестісі қолданылып, нәтижесінде $p = 0.898$ анықталды. Алынған көрсеткіш 0.05 деңгейінен

айтарлықтай жоғары болғандықтан, топтар арасындағы бастапқы деңгейлерде статистикалық маңызды айырмашылық жоқ екені дәлелденді. Ал эксперимент аяқталғаннан кейін алынған айырмашылықтарды бағалау үшін Студенттің t-тестісі пайдаланылды. Мұндағы $p = 0.026$ мәні 0.05-тен төмен болғандықтан, эксперименттік топтың бақылау тобына қарағанда статистикалық тұрғыдан маңызды түрде жоғары нәтиже көрсеткені расталды. Сонымен қатар, әсер көлемі 0.671 деп есептеліп, ол ұсынылған әдістеменің орташадан жоғары тиімділікке ие екенін айқындайды. Жиналған статистикалық мәліметтер әзірленген әдістеменің білім алушылардың оқу нәтижелерін жақсартудағы нақты әсерін көрсетіп, программалау пәндерін оқыту сапасын арттыруға мүмкіндік беретінін дәлелдейді. Осы қорытындылар педагогикалық тұрғыдан әдістеменің сенімділігін және практикалық мәнін көрсетеді.

Зерттеу нәтижелері жоғары оқу орындарында программалау пәндерін оқыту кезінде *vibe coding* құбылысының кең таралғанын көрсетті. Сауалнама деректері білім алушылардың басым бөлігі жасанды интеллект құралдарын тұрақты пайдалана отырып, оқу үдерісінде цифрлық көмекшілерге жоғары деңгейде тәуелді екенін дәлелдейді. Олар дайын кодты қолдануды уақыт тапшылығы, тапсырмалардың күрделілігі және код логикасын толық түсінбеу сияқты себептермен түсіндіреді. Халықаралық зерттеулерде де осы факторлар *vibe coding*-тің негізгі себебі ретінде қарастырылып, білім алушылардың алгоритмдік ойлау және дербес шешім қабылдау дағдыларына әсер ететіні көрсетілген.

ЖИ-ды механикалық қолдану білім алушылардың алгоритмдік ойлауын әлсірететіні туралы Francis Geng, Anshul Shah, Naolin Li, Nawab Mulla, Steven Swanson, Gerald Soosai Raj, Daniel Zingaro және Leo Porter тұжырымдары біздің нәтижелермен сәйкес келеді. Респонденттердің бір бөлігі ЖИ дайындаған кодты өз еңбегі ретінде тапсыратынын көрсетуі академиялық адалдық мәселесінің өзектілігін күшейтеді.

Пилоттық эксперимент нәтижелері әзірленген әдістеменің тиімділігін айқын көрсетті. Эксперимент аяқталғаннан кейін эксперимент тобының орташа көрсеткіші 79,9 жетіп, бақылау тобының нәтижесінен (73,5) едәуір жоғары болды. Жүргізілген статистикалық талдау айырмашылықтың мәнді екенін растады. Сонымен қатар, әсер көлемінің көрсеткіштері ұсынылған әдістеменің білім алушылардың оқу жетістіктеріне оң ықпал еткенін дәлелдейді. Алынған нәтижелер әдістеменің оқу үдерісінде қолдануға жарамды екенін және білім сапасын арттыруға мүмкіндік беретін тиімді құрал екенін көрсетеді.

Цифрлық ортаның құрылымы — теориялық блок, интерактивті тапсырмалар, интеллект-карталар және шешім авторлығын тексеру жүйесі — *vibe coding*-ті төмендетіп, білім алушылардың есепті түсіндіру және кодты саналы орындау мүмкіндігін арттырды. Бұл тәсілдер ЖИ қолдануды педагогикалық жағынан реттеу қажеттігі туралы әдебиеттердегі тұжырымдармен үйлеседі.

Зерттеу *vibe coding* құбылысын азайтуға бағытталған әдістеменің практикалық тиімділігін және білім алушылардың алгоритмдік ойлауын дамытудағы маңызын дәлелдеді.

Кез келген эмпирикалық зерттеу сияқты, бұл жұмыстың да өзіндік шектеулері (limitations) бар. Біріншіден, пилоттық экспериментке қатысқан таңдама көлемі ($N=47$) салыстырмалы түрде шағын және ол тек бір жоғары оқу орнының (Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті) базасында жүргізілді. Бұл жағдай алынған нәтижелерді республиканың барлық университеттеріне тікелей таратуға белгілі бір дәрежеде шектеу қояды. Екіншіден, эксперимент ұзақтығы бір академиялық кезеңмен шектелді. Болашақ зерттеулерде ұсынылған әдістеменің ұзақ мерзімді (лонгитюдті) тиімділігін бағалау және басқа өңірлердегі оқу орындарын қамту арқылы таңдама ауқымын кеңейту жоспарлануда. Дегенмен, бұл шектеулер алынған статистикалық нәтижелердің сенімділігін жоққа шығармайды, керісінше, мәселені одан әрі тереңірек зерттеуге бағыт береді.

Қорытынды

Жоғары оқу орындарында білім алушылардың программалау пәндерінде жасанды интеллект құралдарын жиі қолданатыны және дайын кодтарға тәуелділік деңгейінің жоғары екені анықталды. Жиналған деректер *vibe coding* құбылысының негізгі ерекшеліктерін

нактылады: білім алушылар код логикасын толық түсінбей, тапсырмаларды жылдам орындауға немесе дайын шешімдерді механикалық қолдануға бейімделеді. Зерттеу нәтижесінде уақыт тапшылығы мен тапсырманы тез аяқтауға ұмтылу vibe coding-тің таралуына әсер ететін басты факторлар екені анықталды. Сонымен қатар, респонденттердің едәуір бөлігі ЖИ арқылы алынған кодты өз еңбегі ретінде тапсыратынын мойындады, соның салдарынан академиялық адалдыққа байланысты тәуекелдер айқын көрініс тапты. Алынған мәліметтер білім алушылардың тақырыпты терең меңгермей-ақ тез нәтижеге жетуге ұмтылатынын, яғни педагогикалық бақылау мен арнайы цифрлық ортаның аса маңызды екенін дәлелдейді. Сәйкесінше, программалау пәндерін оқытуда алгоритмдік ойлау мен дербес шешім қабылдау қабілеттерін дамыту қажеттігі айқындалды.

Зерттеу нәтижелерінің педагогикалық қолданылу аясы өте ауқымды. Ұсынылып отырған цифрлық орта жоғары оқу орындарының оқытушыларына білім алушылардың когнитивті жүктемесін объективті бағалауға мүмкіндік береді. Педагогикалық тұрғыдан алғанда, бұл тәсіл оқыту фокусын «дайын код жазудан» «алгоритмді түсіну мен құрастыруға» ауыстырады. Оқытушылар бұл модульді тек бақылау құралы ретінде емес, білім алушылардың тапсырманы орындаудың қай кезеңінде (логиканы құру, синтаксисті жазу немесе қатені табу) қиналатынын анықтап, дербестендірілген (жеке) кері байланыс беру үшін тиімді пайдалана алады. Сонымен қатар, бұл құрал ЖИ-ді «академиялық алдау құралынан» білім алушының іс-әрекетін бағыттаушы «цифрлық тьюторға» айналдырудың нақты педагогикалық тетігі болып табылады.

Пилоттық эксперимент нәтижелері vibe coding-тің алдын алуға арналған әзірленген әдістеменің тиімділігін дәлелдеді: эксперименттік топтың көрсеткіштері бақылау тобына қарағанда статистикалық тұрғыдан едәуір жоғары болып, оның оқу нәтижелеріне оң ықпалы расталды. Цифрлық ортаның құрылымы бірнеше компоненттен тұрады: теориялық блок, интерактивті тапсырмалар, интеллект-карталар және шешім авторлығын анықтау модулі. Аталған компоненттер білім алушылардың алгоритмдік ойлау қабілетін нығайтып, есептерді саналы түрде шешу, логикалық құрылымын түсіну және кодты дербес орындау дағдыларын дамытуға мүмкіндік береді. Интерактивті элементтер оқу материалын игеруді жеңілдетіп, оқу процесіне белсенді қатысуды қамтамасыз етеді. Алынған мәліметтер мен талдау нәтижелері әзірленген әдістеменің программалау пәндерін оқыту сапасын арттыруға және білім алушылардың шығармашылық пен логикалық дағдыларын қалыптастыруға ықпал ететінін көрсетеді. Демек, ұсынылып отырған тәсіл оқу үрдісінде ЖИ құралдарының ықпалына қарамастан, білім сапасын тиімді жоғарылатуға бағытталған.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- Aleksić, V., Mandić, M., & Ivanović, M. (2025). Aligning the operationalization of digital competences with perceived AI literacy: The case of HE students in IT engineering and teacher education. *Education Sciences*, 15(12), Article 1582. <https://doi.org/10.3390/educsci15121582>
- Альдибекова, Ш. Н. (2025). Жоғары білім беру саласында жасанды интеллектіні қолдану мәселелері: Оң мүмкіндіктері мен қауіпті жақтары. *Абылай хан атындағы ҚазХҚжӘТУ Хабаршысы*. 76(1), 158–167. <https://doi.org/10.48371/PEDS.2025.76.1.020>.
- Amoozadeh, M., Nam, D., Prol, D., Alfageeh, A., Prather, J., Hilton, M., Ragavan, S. S., & Alipour, A. (2024). Student-AI interaction: A case study of CS1 students. *Proceedings of the 24th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3699538.3699567>
- Călin, M. F., & Tuşa, E. (2023). Using t-Student and U-Mann-Whitney tests to identify differences in the study of the impact of the Covid 19 pandemic in online education in schools. *Analele Universitatii Ovidius Constanta - Seria Matematica*, 31(2), 39–59. <https://doi.org/10.2478/auom-2023-0018>
- Chicco, D., Sichenze, A., & Jurman, G. (2025). A simple guide to the use of Student's t-test, Mann-Whitney U test, Chi-squared test, and Kruskal-Wallis test in biostatistics. *BioData Mining*, 18(1), 56. <https://doi.org/10.1186/s13040-025-00465-6>

- De Silva, D., Mills, N., Issadeen, Z., Moraliyage, H., Jennings, A., & Manic, M. (2025). Generative AI vibe coding for prototyping industrial systems. *2025 IEEE 34th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ISIE62713.2025.11124737>
- Denny, P., Prather, J., Becker, B. A., Finnie-Ansley, J., Hellas, A., Leinonen, J., Luxton-Reilly, A., Reeves, B. N., Santos, E. A., & Sarsa, S. (2024). Computing education in the era of generative AI. *Communications of the ACM*, 67(2), 56–67. <https://doi.org/10.1145/3624720>
- Geng, P. F. (2025). Exploring student-AI interactions in vibe coding. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2507.22614>
- Hou, I., Man, O., Hamilton, K., Muthusekaran, S., Johnykutty, J., Zadeh, L., & MacNeil, S. (2025). "All roads lead to ChatGPT": How generative AI is eroding social interactions and student learning communities. *Proceedings of the 30th ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 1, 79–85. <https://doi.org/10.1145/3724363.3729024>
- Rahayu, N. I., Muktiarni, M., & Hidayat, Y. (2024). An application of statistical testing: A guide to basic parametric statistics in educational research using SPSS. *ASEAN Journal of Science and Engineering*, 4(3), 569–582. <https://doi.org/10.17509/ajse.v4i3.76092>

References

- Aleksić, V., Mandić, M., & Ivanović, M. (2025). Aligning the operationalization of digital competences with perceived AI literacy: The case of HE students in IT engineering and teacher education. *Education Sciences*, 15(12), 1582. <https://doi.org/10.3390/educsci15121582>
- Aldibekova, Ş. N. (2025). Joğary bilim beru calacynda jacandy intellekti qoldanu mäceleleri: Oñ mümkindikteri men qauipti jaqtary [Issues of using intelligence in higher education: Opportunities and risk]. *Abylaihan atyndağy QazHqjÄTU Habarşysy*. 1 (76) 2025, <https://doi.org/10.48371/PEDS.2025.76.1.020>.
- Amoozadeh, M., Nam, D., Prol, D., Alfageeh, A., Prather, J., Hilton, M., Ragavan, S. S., & Alipour, A. (2024). Student-AI interaction: A case study of CS1 students. *Proceedings of the 24th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3699538.3699567>
- Călin, M. F., & Tuşa, E. (2023). Using t-Student and U-Mann-Whitney tests to identify differences in the study of the impact of the Covid 19 pandemic in online education in schools. *Analele Universitatii Ovidius Constanta - Seria Matematica*, 31(2), 39–59. <https://doi.org/10.2478/auom-2023-0018>
- Chicco, D., Sichenze, A., & Jurman, G. (2025). A simple guide to the use of Student's t-test, Mann-Whitney U test, Chi-squared test, and Kruskal-Wallis test in biostatistics. *BioData Mining*, 18(1), 56. <https://doi.org/10.1186/s13040-025-00465-6>
- De Silva, D., Mills, N., Issadeen, Z., Moraliyage, H., Jennings, A., & Manic, M. (2025). Generative AI vibe coding for prototyping industrial systems. *2025 IEEE 34th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ISIE62713.2025.11124737>
- Denny, P., Prather, J., Becker, B. A., Finnie-Ansley, J., Hellas, A., Leinonen, J., Luxton-Reilly, A., Reeves, B. N., Santos, E. A., & Sarsa, S. (2024). Computing education in the era of generative AI. *Communications of the ACM*, 67(2), 56–67. <https://doi.org/10.1145/3624720>
- Geng, P. F. (2025). Exploring student-AI interactions in vibe coding. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2507.22614>
- Hou, I., Man, O., Hamilton, K., Muthusekaran, S., Johnykutty, J., Zadeh, L., & MacNeil, S. (2025). "All roads lead to ChatGPT": How generative AI is eroding social interactions and student learning communities. *Proceedings of the 30th ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 1, 79–85. <https://doi.org/10.1145/3724363.3729024>
- Rahayu, N. I., Muktiarni, M., & Hidayat, Y. (2024). An application of statistical testing: A guide to basic parametric statistics in educational research using SPSS. *ASEAN Journal of Science and Engineering*, 4(3), 569–582. <https://doi.org/10.17509/ajse.v4i3.76092>

Zh.E. Zulpykhar¹, A.A. Rysdauletova^{2*}^{1,2} L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*e-mail: 30.03.94.a@mail.ru

THE INFLUENCE OF VIBE CODING ON PROGRAMMING EDUCATION IN UNIVERSITIES AND ITS EXPERIMENTAL EVALUATION

Abstract. The purpose of this article is to identify the causes of the phenomenon of “vibe coding,” which is often encountered in the teaching of programming disciplines in higher education institutions, and its impact on learning outcomes, as well as to evaluate the effectiveness of methods aimed at preventing it. Currently, the decline in the search process and the ability of students to solve problems using artificial intelligence is becoming a serious problem in science. In the context of teaching programming disciplines, the implementation of tasks designed for algorithmization and the creation of a training program using artificial intelligence (AI) is described by the term “vibe coding.” In this regard, to determine the extent of the active spread of “vibe coding” tools among students, the level of their use, and the problems of preventing them, a survey was conducted with students of the “Informatics” program at the K. Zhubanov Aktobe Regional University. As a result of the survey, 96% of students reported regular use of AI tools. The study identified the main factors that prompted students to use AI-generated answers, ignoring the requirements of academic integrity. In addition, a methodological tool was developed aimed at developing algorithmic thinking, determining the authorship of a solution, and providing a step-by-step explanation of tasks. The effectiveness of the developed methodological tool was tested using a pilot experiment. Forty-seven students participated in the experiment: 23 of them were assigned to the experimental group and 24 to the control group. The experiment revealed a statistically significant difference between the two groups. Cohen's d statistical effect size was 0.671, confirming a medium-high effect size, i.e., the influence of the experimental methodology used was reliable.

Keywords: vibe coding, programming, artificial intelligence, algorithmic thinking, methodological tool, mind map, code logic, platform

Ж.Е. Зулпыхар¹, А.А. Рысдаuletova^{2*}^{1,2} Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан*e-mail: 30.03.94.a@mail.ru

ВЛИЯНИЕ VIBE CODING ПРИ ОБУЧЕНИИ ПРОГРАММИРОВАНИЮ В ВУЗАХ И ЕГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА

Аннотация. Цель статьи — выявить причины феномена «вайб-кодирования», часто встречающегося в процессе преподавания дисциплин программирования в высших учебных заведениях, и его влияние на результаты обучения, а также оценить эффективность методики, направленной на его предотвращение. В настоящее время снижение поискового процесса и способности студентов решать задачи с помощью искусственного интеллекта становится серьезной проблемой в науке. В контексте преподавания дисциплин программирования реализация заданий, предназначенных для алгоритмизации, и создание программы обучения с использованием искусственного интеллекта (ИИ) описывается термином «вайб-кодирование». В связи с этим, для определения степени активного распространения инструментов «вайб-кодирования» среди студентов, уровня их использования и проблем их предотвращения, был проведен опрос с участием студентов программы «Информатика» Актюбинского регионального университета им. К. Жубанова. В результате опроса 96% студентов сообщили о регулярном использовании инструментов ИИ. В ходе исследования были выявлены основные факторы, побуждавшие студентов использовать ответы, подготовленные ИИ, игнорируя требования академической честности. Кроме того, был

разработан методический инструмент, направленный на развитие алгоритмического мышления, определение авторства решения и пошаговое объяснение задач. Эффективность разработанного методического инструмента была проверена с помощью пилотного эксперимента. В эксперименте приняли участие 47 студентов: 23 из них были отнесены к экспериментальной группе, а 24 — к контрольной. Эксперимент выявил статистически значимую разницу между двумя группами. Статистический размер эффекта Коэна d составил 0,671, что подтвердило средне-высокий размер эффекта, то есть влияние используемой экспериментальной методологии было надежным.

Ключевые слова: vibe coding, программирование, искусственный интеллект, алгоритмическое мышление, методический инструмент, интеллект-карта, логика кода, платформа

Келін түсті 19 Наурыз 2026

IRSTI 14.35.07

DOI: <https://doi.org/10.47344/rv43fs08>

Seth Kwadwo Antwi^{1*}, Zhadyra Zhylgeldi², Nurislam Duisenbay³, Sultan Koldasbayev⁴,
Amina Myrzabas⁵

^{1,2,3,4,5}SDU University, Kaskelen, Kazakhstan

*e-mail: sethkwadwo.antwi@sdu.edu.kz

THE RELATIONSHIP BETWEEN ATTENDANCE AND ACADEMIC ACHIEVEMENT IN MATHEMATICS: A QUANTITATIVE CASE STUDY OF SDU UNIVERSITY, KAZAKHSTAN

Abstract. Previous research on the link between class attendance and students' academic performance has reported inconsistent results: while some studies have shown a positive correlation, others have failed to find such a relationship. This calls for further investigation to better understand the relationship between these two variables. However, in the Kazakhstani context, there is a dearth of research investigating this phenomenon. Therefore, the present quantitative study examined the relationship between class attendance and academic achievement in four mathematics courses by analyzing data from two separate anonymous online survey instruments administered to 60 fourth-year students at SDU University in southern Kazakhstan. Data were analyzed using both descriptive and inferential statistics. The perception questionnaire results indicated that students generally agreed that regular class attendance is associated with academic achievement ($M = 4.07$, $SD = 0.93$). Correlation and regression analyses revealed a significant positive association between class attendance and academic achievement in three courses, while one course showed a very weak and non-significant relationship. However, attendance explained only a relatively small proportion of the variance in students' academic performance across the courses. The findings also suggest that students perceived classmates' support, quality of teaching, self-study, and teachers' support as relevant to academic success in mathematics. Therefore, this study concludes that students' academic achievement is associated with multiple factors beyond class attendance.

Keywords: class attendance, mathematics, academic performance, grade point average (GPA), higher education

Introduction

It is widely acknowledged that class attendance has a tremendous impact on academic outcomes in higher education. Regular class attendance may increase students' engagement and participation, leading to a better understanding and application of complex concepts in class (Hemers, 2010). Conversely, a high rate of absenteeism may create gaps in knowledge acquisition, adversely impacting students' academic success.

A substantial body of research has found a strong relationship between academic achievement and class attendance among higher education students. For instance, in a study conducted by Akpur (2021), attendance showed a strong impact on academic success. The study reported a positive correlation between Course Participation Grades (CPG) and English language achievement. In another study, Mia et al. (2025) concluded that higher Semester Cumulative Grade Point Average (SCGPA) scores are influenced by participation in extracurricular activities and class attendance among undergraduate students. Also, a strong correlational relationship ($r = .65$) was found by Vaidya and Mishra (2023), linking attendance rates and GPA among management students, suggesting that students with a high rate of attendance receive better final grades. Moreover, Zeqiri and Sadiku (2023) investigated the relationship between English exam grades of architecture students in Kosovo and the absenteeism level of students. They found a clear, statistically significant gap: every 1.8 absences directly pulled down a student's final exam grade. Specifically, the linear regression analysis showed an unstandardized coefficient of $B = -1.834$ ($t = -8.141$, $p < .001$). This means that for roughly every two classes missed, a student's final score dropped by one full grade point on the institutional ten-

point scale, proving that academic performance decreases step-by-step with each accumulated absence. Closely related, a study conducted in Nigeria by Auru and Gidado (2022) indicated that success in a business education course is strongly associated with student attendance. It was found that there is a significant relationship between lecture attendance and academic performance. The authors discussed that there is a greater chance of better performance for students who regularly attend than for students with a high percentage of absences.

With regard to investigations in mathematics, studies have also revealed a positive correlation between classroom attendance and academic outcomes. It is well documented in the literature that regular attendance in mathematics classes improves students' learning outcomes, participation in learning activities, and, most importantly, material comprehension. For example, Foldnes (2017) found a strong relationship between academic outcome and both scholars' lecture attendance and their attitudes toward the mathematics course. Critically, even with all lecture content freely accessible via online videos, digital materials could not substitute for structured, peer-based sessions; a one-standard-deviation increase in attendance yielded a 0.28 standard deviation increase in exam performance, even after controlling for baseline skills and attitudes. Consequently, students who frequently miss classes may face considerable challenges later in their education. Schmidt and Raines (2019) also examined the relationship between class attendance and academic performance in prescribed mathematics courses. The study found a profound impact of class attendance on students' final grades in these courses. The authors concluded that students with a high percentage of absenteeism during the semester are most likely to achieve lower final grades. Overall, results from these studies indicate that class attendance could be a strong determinant of academic success among students in higher education.

In contrast, differing results have been reported in some studies. Some studies reported not only a weak relationship, but also a negative relationship between attendance and performance. For instance, a weak correlation between academic achievement and attendance was found in the research conducted by He (2024) about the Java programming classroom. In the study, the researcher argued that class attendance alone may not be adequate, especially in difficult subjects, such as computer science. Veerasamy et al. (2016) found a negative correlation between lecture attendance and final exam performance in an introductory programming course, suggesting that the availability of online learning materials may have reduced students' dependence on formal lectures. In addition, De Clercq et al. (2021) used multilevel analyses to compare different programs and lessons. It was found that lessons among different faculties yielded different results despite similar average participation rates. For instance, in the Law course, students could get high achievement with less participation. So, students can achieve good academic performance regardless of class attendance. These variables (self-efficacy, motivation, engagement, and use of technology in classrooms) can influence student learning success (Ardill, 2024; He, 2024; Thatcher et al., 2007).

Despite the controversies, it is important to highlight that an investigation into the relationship between classroom attendance and academic results in higher education is crucial because mathematics is one of the subjects that needs constant effort and cumulative understanding (Mayfield & Chase, 2002). However, compared with other disciplines, research on the impact of class attendance on students' academic outcomes in higher education mathematics courses has not been extensively investigated in the literature. Studies investigating this phenomenon predominantly address primary or secondary levels of education (Byiringiro, 2023; Oribhabor & Adesanya, 2024; Yilmaz, 2022).

Moreover, there are limited studies that directly examine the relationship between attendance and academic performance at universities in Kazakhstan. In one study that directly examines this topic, Moldabayev et al. (2013) found a very strong positive correlation between attendance and semester grade point average among engineering students at Nazarbayev University. However, as revealed in the study, the correlation varied throughout various years of the study and the subjects. Although previous research has reported strong evidence on the relationship between attendance and academic performance in disciplines such as physics and engineering within the Kazakhstani context, university-level mathematics remains underexplored in this regard. In particular, there is a lack of

course-specific quantitative evidence examining whether the relationship between attendance and academic achievement is consistent across different mathematics subjects within the same academic program. To address this gap, the present study aims to provide a course-level analysis of four mathematics subjects within the Mathematics Pedagogy program at SDU University. By examining both academic indicators and students' perceptions of factors influencing achievement, the study contributes empirical evidence from a context that has received little attention in the literature. The findings are expected to contribute to the ongoing debate on attendance and academic performance in higher education and to provide practical insights for university administrators and mathematics departments when considering attendance policies.

Hypothesis

The following hypothesis guided this study: class attendance significantly predicts students' final grade in mathematics at the university level.

Methods and materials

Methods

This quantitative study investigated the relationship between class attendance and academic achievement in mathematics courses without manipulating instructional variables. A quantitative approach allowed the objective measurement of the strength and direction of this relationship. The sample size was relatively small ($N = 60$), since all participants were drawn from a single academic program at one university. These factors may limit the generalizability of the results beyond this specific context.

Participants

This small-scale quantitative study consisted of fourth-year students who were conveniently sampled from the Mathematics Pedagogy program at SDU University in Kaskelen, Kazakhstan. All participants were enrolled in four mathematics courses: Ordinary Differential Equations, Number Theory, Applied Statistics, and Calculation Methods in the academic year 2024-2025.

Data Collection

Data collection was conducted in two sequential phases. The two-phase design was intentional: Phase 1 objective data allowed statistical testing of the attendance–achievement relationship, while Phase 2 perception data provided complementary insight into how students themselves understand the factors influencing their academic performance. Together, the two phases enabled both a quantitative examination of actual behavior and an exploratory understanding of student perspectives.

Both surveys were distributed via the private group communication channel of the fourth-year Mathematics Pedagogy cohort at SDU University. Phase 1 involved an online JotForm survey (Appendix A) in which students self-reported their attendance and final grades for the four mathematics courses. To improve data accuracy, participants were optionally asked to provide a screenshot of their official university grade records as supporting evidence. A total of 60 students (34 females, 26 males) completed Phase 1. Phase 2 was administered one month later. This deliberate interval served two purposes: it allowed the academic term to conclude, minimizing potential interference between data collection phases, and it provided time to carefully design Phase 2 instruments to complement Phase 1 findings. Consequently, an anonymous Likert-scale questionnaire (Appendix B) was deployed to collect students' perceptions from 59 cohort members (36 females, 23 males) regarding these missing explanatory factors, such as individual self-study habits and teaching quality.

To preserve anonymity, no personal identifiers were collected. Consequently, responses from the two phases could not be individually linked. Instead, data were analyzed at the population level: Phase 1 data were used for correlation and regression analyses, while Phase 2 data were analyzed independently for descriptive purposes. Both datasets represent the same student cohort. The slight variation in sample size (60 vs. 59) and demographic composition across phases is typical of voluntary

survey participation and does not indicate different populations, as both surveys were distributed exclusively to the same fourth-year Mathematics Pedagogy cohort.

It should be noted that self-reported data on academic performance may affect accuracy and should be carefully considered: reporting one's own behavior may have a bias effect. Moreover, at SDU University, attendance is factored into final grades for some courses: if students have 30% or more in unexcused absences, they automatically fail the course, and some courses deduct points from the final grades of students with frequent absence. Consequently, attendance may not strictly be an independent variable for final course grades, as it can influence final grades in some courses. This overlap should be considered when interpreting the findings.

Table 1 presents the participant demographics for Phase 1. Additionally, gender data were collected during Phase 2 to verify sample consistency across both time points. The number of responses varied slightly across courses due to missing data.

Table 1
Profile of Participants.

Characteristics of the sample	Category	Frequency
Gender of respondents	Male	26
	Female	34
Courses	ODE	60
	Number Theory	58
	Applied Statistics	58
	Calculation Methods	56

Note. ODE = Ordinary Differential Equations

Results and Discussion

Descriptive Statistics

Table 2
Final Average Class Attendance and Exam Scores in Undergraduate Mathematics Courses

Course	Mean Attendance (%)	SD (Attendance)	Mean Exam Score (%)	SD (Exam Score)
ODE	84.5	8.4	77.9	11.1
Number Theory	89	8	73.8	13.9
Applied Statistics	91.4	7.7	70.4	18.9
Calculation Methods	91.5	8.8	66.7	17.6

Note. ODE = Ordinary Differential Equations

Overall, attendance in the four courses was relatively high, as shown in Table 2. The course with the highest attendance was Calculation Methods which shows an average of 91.5 with the average final grade being 66.7, which deviates 17.6 from its average, followed by Applied Statistics with average class attendance of 91.4 with the average final grade being 70.4 which deviates 18.9 from its average, while Number Theory had an average attendance of 89, with an average final grade being 73.8, which deviates 13.9 from its average. As revealed, Ordinary Differential Equations had the lowest average attendance of 84.5 with an average final grade of 77.9, which deviates 11.1 from its average. The high percentage of attendance found across all four courses is not surprising, as the university has a mandatory attendance policy that compels teachers to record students' attendance in every lesson. The attendance policy explicitly states that students with 30% or more absenteeism in a course will automatically be assigned a failing grade. Moreover, most of these courses award points

for regular class attendance. However, the relatively high attendance rates and limited variability across courses may have influenced the strength of the observed relationships.

Table 3

Perceived Factors Influencing Academic Performance in Undergraduate Mathematics Courses

Statement	Mean	SD
Regular attendance in mathematics classes positively influences my academic performance.	4.07	0.926
The quality of teaching influences my academic performance more than my level of attendance.	4.24	0.751
My academic performance in mathematics depends more on self-study than on class attendance.	4.27	0.827
Teachers' support during class sessions contributes to my academic performance	3.75	0.902
Support from classmates positively affects my performance in mathematics more than class attendance.	3.93	1.08

Note. Responses were measured using a five-point Likert scale ranging from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree).

The findings in Table 3 suggested that participants agreed that each of these five factors is related to their mathematical achievement. The mean values ranged from 3.75 to 4.27 out of 5. The mean for self-study ($M = 4.27$, $SD = 0.83$) was the highest, followed by the quality of teaching ($M = 4.24$, $SD = 0.75$) and regular attendance ($M = 4.07$, $SD = 0.93$). The statements on students' support ($M = 3.93$, $SD = 1.08$) and lecturers' support during class ($M = 3.75$, $SD = 0.90$) were rated moderately. However, the SD values indicate some variation in responses, suggesting that students' opinions were not consistent. The descriptive Likert items were not based on a validated scale; thus, the responses reflect participants' viewpoints and cannot be generalized as demonstrating underlying factors shaping students' academic achievement. Collectively, these results indicate that the respondents considered regular attendance, self-study, quality of teaching, teacher support, and support from classmates as important to their academic achievement in mathematics. These results are consistent with an existing study that suggests teacher-student relationships, peer interactions, and feeling connected or belonging to the classroom are related to student performance (Shieh et al., 2022).

Inferential Statistics

Correlation and Regression Analysis

Table 4

Association Between Class Attendance and Academic Performance in Undergraduate Mathematics: A Correlation Analysis

Item	Pearson Correlation	
Course	r	p
Ordinary Differential Equations	.021	.873
Number Theory	.452	< .001
Applied Statistics	.479	< .001
Calculation Methods	.519	< .001

As illustrated in Table 4, there was a moderate positive and significant correlation between class attendance and final grades in three courses: Calculation Methods ($r = .519$, $p < .001$), Applied

Statistics ($r = .479$, $p < .001$), and Number Theory ($r = .452$, $p < .001$). Although simple linear regression models were calculated to test the formal predictive hypothesis, the resulting Coefficients of Determination (R^2) do not offer separate multivariate insights beyond the initial correlation analysis, because each course model relies on a single predictor where R^2 is mathematically identical to the square of the Pearson correlation coefficient (r^2). To maintain reporting conciseness, the regression statistics are presented narratively rather than in tabular form. Specifically, variance percentages show that attendance accounts for 27% of the variance in Calculation Methods, 23% in Applied Statistics, and 20% in Number Theory. Conversely, it shows an absolute lack of explanatory power in the Ordinary Differential Equations course ($R^2 < .001$). Our findings are in line with those of Finlay et al. (2022), who found a moderate positive correlation ($rs = .43$), and Pudaruth et al. (2013), who also reported a moderate association between attendance and academic performance across various courses.

In general, the findings suggest a statistically significant moderate association between attendance and academic performance in three of the four courses. However, attendance accounted for a relatively small proportion of the variance in students' academic performance. This suggests that other variables also contribute to students' academic performance. This finding supports participants' opinions earlier that factors such as self-study and the quality of teaching could play a significant role in students' academic performance. Thus, the hypothesis was partially supported.

Among the four courses, ODE specifically warrants deeper discussion. Despite having the lowest mean attendance (84.5%), students achieved the highest mean exam score (77.9%), suggesting that attendance alone did not determine performance in this course. This pattern suggests that factors other than attendance played a larger role in students' performance, potentially including prior mathematical knowledge or self-directed learning strategies. Several course-specific factors likely explain this result. First, ODE is a theoretically intensive course that builds on strong prior mathematical foundations. Consequently, students may be less dependent on lecture attendance to achieve high grades. Second, differential equations is a subject with abundant online resources and textbooks, which reduces students' reliance on in-class instruction as the primary learning channel. Third, SDU University's grading policy incorporates attendance into final grades for some courses. It is possible that the weight assigned to attendance varied across the four courses examined. If so, this structural difference may have influenced the observed statistical relationships. However, course-level grading policy data were not collected in this study, and this explanation remains speculative. Because the present study did not directly measure self-study behaviour, resource use, or prior achievement either, all three explanations should be interpreted with caution and examined in future research. This finding aligns with Veerasamy et al. (2016), who found a negative correlation between attendance and performance in a technically demanding course, and with He (2024), who demonstrated that formal attendance is insufficient for success in complex subjects where self-directed learning dominates. Therefore, the ODE result represents the most theoretically significant finding of this study, suggesting that the attendance-performance relationship is not uniform across mathematics courses and may be influenced by factors such as course complexity, student autonomy, and the availability of supplementary learning materials.

The two phases were administered sequentially, with Phase 2 deployed one month after Phase 1 upon conclusion of the academic term. The study's two-phase approach proved particularly valuable in understanding the complexity of the attendance-achievement relationship. Phase 1 revealed that while attendance was statistically significant in three courses, it accounted for only a modest proportion of grade variance ($r^2 = 0.20\text{--}0.27$), suggesting that unmeasured factors substantially influenced academic outcomes. This quantitative finding retrospectively validated the strategic decision to deploy Phase 2, which targeted these gaps by collecting student perspectives on variables such as self-study habits, teaching quality, and peer support. The sequential design thus enabled both statistical rigor and exploratory depth, integrating objective behavioral data with subjective understanding to provide a more complete picture of the attendance-achievement relationship.

These results align with previous studies by Schmidt and Raines (2019), who noted that other factors besides attendance that play a role in academic performance, including motivation, stress, and student autonomy.

The strength of these relationships needs to be interpreted in the context of the particular institution and student body.

Conclusion

The current study examined the relationship between class attendance and academic achievement in four mathematics courses. The perception questionnaire data indicated that students tended to agree that attendance is associated with academic achievement. Also, among the mathematics courses selected for this study, both correlation and regression analysis revealed a significant positive association between class attendance and final grades in Calculation Methods, Applied Statistics, and Number Theory, while a very weak and non-significant relationship was found in Ordinary Differential Equations. Therefore, the hypothesis was only partially supported. While the relationship between class attendance and final grades was statistically significant in three courses, the proportion of variance in final grades explained by attendance was relatively low; thus, attendance should not be regarded as a strong independent predictor of students' academic success. Accordingly, the study also showed that classmates' support, quality of classroom teaching, self-study, and teachers' support were perceived by students as relevant factors associated with academic performance.

Based on the current findings, this study suggests that teachers adopt active learning strategies that promote student-student interaction in the classroom, such as collaborative activities, as peer learning fosters deeper conceptual understanding. Also, teachers should provide continuous support both in and outside the classroom to reinforce students' understanding of the concepts they teach. Moreover, students are encouraged to practice effective time management, take responsibility for their own learning by continually revising concepts learned in the classroom, and seek support, when necessary, from both teachers and classmates.

It is important to highlight that the current study is not without limitations. The participants in this study were fourth-year mathematics students in a private institution in southern Kazakhstan. The number of participants in this study was approximately 60, which may not be adequate for quantitative research. Moreover, while participants in Phase 1 were asked to show screenshots, the final grades and attendance were self-reported, which potentially affects the reliability and introduces response bias. Further, in some courses, attendance at SDU University directly influences final course grades, based on mandatory attendance and attendance points (points from attendance count); thus, attendance should not be considered an independent variable. As such, the results should be considered an indication and not a definitive conclusion regarding the relationship between these variables. Also, the results should be considered course-specific and contextualized to one university and sample, and cannot be applied to all mathematics students in Kazakhstan. Additionally, students' academic performance is a multifaceted construct that can be explained by classroom and non-classroom factors. But not all these variables were included in the current study. Multivariate models of academic success tests, including control for self-study, motivation, and teaching quality, should be examined in future studies to better establish the independent effect of attendance on academic success. This would yield a stronger test of the relationship between attendance and achievement and would help disentangle the effect of various factors. Thus, additional research is required to provide a better understanding of academic success among students.

In conclusion, the current study adds valuable information to the current literature on the relationship between class attendance and academic success in university-level mathematics courses. The findings suggest that class attendance is one of several factors associated with academic achievement and should not be considered the primary determinant. Hence, both factors within and beyond the classroom need to be considered in any attempt to resolve issues with students' academic achievement.

Ethical Consideration

Ethical approval was obtained from the Faculty-level Research Ethics Committee at SDU University. This study was conducted by adhering to the ethical standards set by the institution regarding research with human participants.

The participation was voluntary, and electronic informed consent was obtained from all participants before completing the online questionnaire. This was done by requiring participants to tick a box indicating their agreement with the information statement before proceeding to answer the questionnaire.

The current study was conducted anonymously, without collecting any personal information. Although participants provided information about their performance and attendance, such information was not linked to any individual students.

Confidentiality was ensured with all the data obtained.

References

- Akpur, U. (2021). Does class participation predict academic achievement? A mixed-method study. *English Language Teaching Educational Journal*, 4(2), 148–160. <https://doi.org/10.12928/eltej.v4i2.3551>
- Ardill, A. (2024). Student attendance and academic performance. *Legal Education Review*, 34(1), 159–181. <https://doi.org/10.53300/001c.123677>
- Auru, H. O., & Gidado, S. D. (2022). Impact of lecture attendance on academic performance of business education students in tertiary institutions: A case study of Federal Capital Territory College of Education Zuba-Abuja. *International Journal of Vocational and Technical Education*, 14(1), 1–6. <https://doi.org/10.5897/IJVTE2022.0306>
- Byiringiro, E. (2023). Effect of class attendance on the academic performance of students in mathematics in public day schools in Musanze District. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 7(11), 592–599. <https://dx.doi.org/10.47772/IJRISS.2023.7011046>
- De Clercq, M., Galand, B., Hospel, V., & Frenay, M. (2021). Bridging contextual and individual factors of academic achievement: A multi-level analysis of diversity in the transition to higher education. *Frontline Learning Research*, 9(2), 96–120. <https://doi.org/10.14786/flr.v9i2.671>
- Finlay, M. J., Simpson, T., & Tinnion, D. J. (2022). Association between attendance, online course activity time, and grades: Analysis of undergraduate sport science cohorts during the COVID-19 pandemic. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 31, Article 100397. <https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2022.100397>
- Foldnes, N. (2017). The impact of class attendance on student learning in a flipped classroom. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 12(1–2), 8–18. <https://doi.org/10.18261/issn.1891-943x-2017-01-02-02>
- He, X. (2024). When just showing up isn't enough? The case of a programming course. In *SAIS 2024 Proceedings* (Paper 28).
- Hemers, E. (2010). Attendance and attainment are they linked: A study in the first-year of a bioscience degree. *Innovations in Practice*, 2(2), 93–103. <https://doi.org/10.24377/LJMU.iip.vol2iss2article141>
- Mayfield, K. H., & Chase, P. N. (2002). The effects of cumulative practice on mathematics problem solving. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 35(2), 105–123. <https://doi.org/10.1901/jaba.2002.35-105>
- Mia, R., Selim, S., Monir, M., Hossain, M. A., Ahmad, B., & Hasan, M. R. (2025). Effect of class attendance on academic performance in the higher studies: A case study on the Department of Economics at Dhaka International University (DIU). *Khulna University Studies*, 22(2), 234–244. <https://doi.org/10.53808/KUS.2025.22.02.1342-ss>
- Moldabayev, D., Menicucci, J. A., Abdulaziz, N., & Al-Zubaidy, S. (2013). Attendance, performance and culture: Experience of the School of Engineering, Nazarbayev University—An update. In *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON 2013)* (pp. 28–33). <https://doi.org/10.1109/EduCon.2013.6530079>

- Oribhabor, C. B., & Adesanya, L. O. (2024). Investigating the correlation between class attendance and mathematics performance among junior secondary school students in Bayelsa State. *Faculty of Natural and Applied Sciences Journal of Mathematics and Science Education*, 6(1), 58–64.
- Pudaruth, S., Nagowah, L., Sungkur, R., Moloo, R., & Chiniah, A. (2013, August). The effect of class attendance on the performance of computer science students. In *2nd International Conference on Machine Learning and Computer Science (IMLCS'2013)*, Kuala Lumpur, Malaysia, 9-16.
- Schmidt, T. A., & Raines, J. M. (2019). Analyzing class attendance and student achievement in prescribed college mathematics courses. *Global Journal of Educational Studies*, 5(2), 12-23. <https://doi.org/10.5296/gjes.v5i2.15352>
- Shieh, J.-J., Simões, C., & Santos, A. C. (2022). Does class attendance really matter? Perspectives of faculty members and students in two universities. *Journal of Taiwan Education Studies*, 3(1), 145–176.
- Thatcher, A., Fridjhon, P., & Cockcroft, K. (2007). The relationship between lecture attendance and academic performance in an undergraduate psychology class. *South African Journal of Psychology*, 37(3), 656–660. <https://doi.org/10.1177/008124630703700316>
- Vaidya, N., & Mishra, A. (2023). Understanding the relationship between management students' attendance in college and their academic performance. *Anvesak*, 53(1).
- Veerassamy, A. K., D'Souza, D., Lindén, R., Kaila, E., Laakso, M. J., & Salakoski, T. (2016). The impact of lecture attendance on exams for novice programming students. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 8(5), 1–11. <https://doi.org/10.5815/ijmecs.2016.05.01>
- Yilmaz, Ö. (2022). The effect of class attendance on learners' success in mathematics course during distance education process. *International Journal of Progressive Education*, 18(3), 138–149. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2022.439.10>
- Zeqiri, L., & Sadiku, A. (2023). Student absenteeism and English language performance: A study of first year architecture students. *Eurasian Journal of Applied Linguistics*, 9(1), 135–144.

Сет Квадво Антви^{1*}, Жадыра Жылгелді², Нұрислам Дүйсенбай³, Сұлтан Қолдасбаев⁴,
Амина Мырзабас⁵

^{1,2,3,4,5}SDU University, Қаскелең, Қазақстан

*e-mail: sethkwadwo.antwi@sdu.edu.kz

САБАҚҚА ҚАТЫСУ МЕН МАТЕМАТИКАДАН ҮЛГЕРІМ АРАСЫНДАҒЫ БАЙЛАНЫС: ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ SDU UNIVERSITY НЕГІЗІНДЕГІ САНДЫҚ ЖАҒДАЯТТЫҚ ЗЕРТТЕУ (CASE STUDY)

Андатпа. Ғылыми әдебиеттерде сабаққа қатысу мен академиялық үлгерім арасындағы байланысқа қатысты әртүрлі тұжырымдар бар: кейбір зерттеулер оң корреляцияны растаса, басқалары мұндай тәуелділікті жоққа шығарады. Қазақстандық білім беру контекстінде аталған құбылыстың жеткілікті деңгейде зерттелмеуі осы мәселені тереңірек зерделеудің өзектілігін айқындайды. Осыған байланысты, бұл зерттеу жұмысында математикалық төрт пән мысалында студенттердің сабаққа қатысуы мен үлгерімі арасындағы байланыс қарастырылды. Зерттеуге SDU University-де 4-курс оқитын 60 студент қатысып, деректер екі бөлек анонимді онлайн-сауалнама құралдары арқылы жиналды. Жиналған мәліметтер дескриптивті және инференциалды статистика әдістерімен талданды. Нәтижесінде, студенттердің сабаққа жүйелі қатысуы академиялық үлгеріммен байланысты деген пікірмен жалпы алғанда келісетінін көрсетті ($M = 4.07$, $SD = 0.93$). Сонымен бірге, корреляциялық және регрессиялық талдаулар үш курс бойынша сабаққа қатысу мен академиялық үлгерім арасындағы маңызды оң байланысты анықтады, ал бір курста бұл байланыс өте әлсіз және статистикалық тұрғыдан маңызды емес болып шықты. Дегенмен, барлық курстар бойынша сабаққа қатысу көрсеткіші студенттердің академиялық үлгеріміндегі дисперсияның (ауытқудың) тек аз ғана бөлігін түсіндіреді. Сондай-ақ, зерттеу нәтижелері студенттердің

математикадағы жетістікке жетуінде курстастардың қолдауы, оқыту сапасы, өз бетінше дайындалу және оқытушының қолдауы маңызды рөл атқарады деп санайтынын көрсетті. Осылайша, зерттеу студенттердің академиялық жетістіктері сабаққа қатысудан басқа да көптеген факторлармен байланысты деген қорытындыға келеді.

Түйін сөздер: сабаққа қатысу, математика, академиялық үлгерім, орташа үлгерім балы (GPA), жоғары білім беру

Сет Квадро Антви^{1}, Жадыра Жылгелди², Нурислам Дуйсенбай³, Султан Колдасбаев⁴,
Амина Мырзабас⁵*

^{1,2,3,4,5}SDU University, Каскелен, Казахстан

*e-mail: sethkwadwo.antwi@sdu.edu.kz

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ПОСЕЩАЕМОСТЬЮ И УСПЕВАЕМОСТЬЮ ПО МАТЕМАТИКЕ: КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ (CASE STUDY) НА ПРИМЕРЕ SDU UNIVERSITY, КАЗАХСТАН

Аннотация. В предыдущих исследованиях были получены противоречивые данные относительно взаимосвязи между посещаемостью занятий и академической успеваемостью: в то время как в одних работах отмечается положительная корреляция, в других подобная связь не подтверждается. Это обуславливает необходимость дальнейшего изучения взаимосвязи между этими переменными. Однако в контексте Казахстана наблюдается дефицит исследований данного феномена. В связи с этим в настоящем количественном исследовании изучалась связь между посещаемостью занятий и успеваемостью по четырём математическим дисциплинам на основе данных двух отдельных анонимных онлайн-опросов 60 студентов четвертого курса SDU University, расположенного на юге Казахстана. Данные анализировались с использованием методов дескриптивной и инференциальной статистики. Результаты исследования показали, что в целом студенты согласны с тем, что регулярное посещение занятий может быть связано с академическими достижениями ($M = 4.07$, $SD = 0.93$). Кроме того, корреляционный и регрессионный анализы выявили значимую положительную связь между посещаемостью и успеваемостью по трем дисциплинам, тогда как по одному курсу была зафиксирована крайне слабая и статистически незначимая взаимосвязь. Тем не менее, посещаемость объясняет лишь относительно небольшую долю дисперсии академической успеваемости студентов по всем дисциплинам. Результаты также свидетельствуют о том, что, по мнению студентов, важными факторами успеха в математике являются поддержка сокурсников, качество преподавания, самостоятельная работа и помощь преподавателя. Таким образом, в данном исследовании делается вывод о том, что академические достижения студентов связаны с множеством факторов помимо посещаемости занятий.

Ключевые слова: посещаемость занятий, математика, академическая успеваемость, средний балл (GPA), высшее образование

Received 29 March 2026

МРПТИ 14.35.09

DOI: <https://doi.org/10.47344/xadpe057>*Жусупбекова Нурсулу¹, Нугманова Айнур^{*1}, Огородник Виктория²*¹КазНПУ имени Абая, Алматы, Казахстан²БГПУ имени М.Танка, Минск, Беларусь^{*}e-mail: ainura_nugmanova@mail.ru

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ КАК КЛЮЧЕВОЙ АСПЕКТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ

Аннотация. В статье рассматривается проблема формирования метапредметных компетенций будущих учителей химии в контексте модернизации высшего педагогического образования. Цель исследования – уточнить структуру метапредметных компетенций будущего учителя химии, разработать модель их целенаправленного формирования в процессе профессиональной подготовки и экспериментально проверить эффективность комплекса педагогических условий. Метапредметные компетенции трактуются как интегральное образование, включающее интегративно-предметный, исследовательско-познавательный, коммуникативный и рефлексивно-регулятивный компоненты. Эмпирическая база – 28 студентов 2 курса образовательной программы «Химия» КазНПУ, разделённых на экспериментальную и контрольную группы (по 14 человек). На констатирующем этапе по разработанным критериям и показателям диагностированы уровни сформированности метапредметных компетенций. В учебный процесс экспериментальной группы был внедрён комплекс педагогических условий: усиление межпредметной интеграции в содержании дисциплин, использование проблемно-исследовательского и проектного обучения, организация группового взаимодействия и учебной дискуссии, систематическое применение рефлексивных практик и портфолио. Сравнение результатов до и после формирующего этапа показало существенный рост доли студентов с высоким уровнем метапредметных компетенций в экспериментальной группе (с 12% до 44%) и сокращение доли низкого уровня (с 36% до 8%) при статистически незначительных изменениях в контрольной группе. Полученные данные свидетельствуют о положительной динамике формирования метапредметных компетенций в экспериментальной группе и позволяют рассматривать предложенную модель как перспективную для дальнейшей апробации в программах подготовки учителей естественнонаучного профиля.

Ключевые слова: метапредметные компетенции, профессиональная подготовка, педагогические условия, межпредметная интеграция, проблемно-исследовательское обучение

Введение

В современных условиях развития образования наблюдается смещение акцентов с передачи знаний на формирование компетенций, обеспечивающих готовность выпускников к решению комплексных практических задач. В частности, метапредметные компетенции будущих учителей рассматриваются как ключевой компонент их профессиональной подготовки, поскольку именно эти компетенции позволяют педагогу реализовать требования новых образовательных стандартов по развитию универсальных учебных действий и интеграции знаний обучающихся. Согласно Государственным общеобязательным стандартам (ГОСО) высшего образования для педагогических направлений 3++ поколения, молодой специалист должен быть способен создавать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемого предмета (профессиональная компетенция ПК-1) [1]. Это отражает

актуальность проблемы формирования метапредметных компетенций у будущих учителей химии.

Понятие «*метапредметные компетенции*» появилось относительно недавно и активно обсуждается в педагогической науке. Согласно Murphy and Brown, метапредметность как направление в образовании считается новым, и в её понимании остаётся много открытых вопросов (например, соотношение метапредметности с межпредметностью, баланс знаниевого и деятельностного компонентов и др.) [2]. Тем не менее, в рамках компетентностного подхода уже сформулированы первые определения. Кутузова и Сорокина трактуют метапредметные образовательные результаты как освоенные учащимися способы деятельности, применимые при решении учебных и жизненных задач, выходящих за рамки одного учебного предмета [3]. Иными словами, метапредметные компетенции учителя – это интегральные компетенции, обеспечивающие ему способность оперировать междисциплинарными знаниями, применять универсальные методы познания и формировать у обучающегося общеучебные умения (универсальные учебные действия – УУД). Например, к таким универсальным действиям относят регулятивные, познавательные и коммуникативные умения, которые в совокупности и составляют содержание метапредметных результатов образования обучающегося [4]. В свою очередь, будущий учитель должен овладеть методиками развития этих умений у учащихся, что предполагает наличие у самого педагога развитых метапредметных компетенций.

Актуальность формирования метапредметных компетенций у будущих учителей химии обусловлена несколькими факторами. Во-первых, современные стандарты образования (ГОСО) требуют от учителя обеспечения метапредметных результатов у обучающихся – например, развития у них навыков самостоятельного исследования, критического мышления, умения работать в команде и др. [5]. Во-вторых, быстрый прогресс науки и междисциплинарный характер многих современных проблем диктуют необходимость готовить учителей, обладающих целостной научной картиной мира и способных интегрировать знания из разных областей для объяснения явлений. Химия как учебный предмет имеет широкий потенциал для межпредметных связей (с биологией, физикой, экологией и др.), поэтому учитель химии должен уметь использовать эти связи в преподавании, формируя у учащихся метапредметное понимание. В-третьих, исследования показывают, что работодатели и общество в целом заинтересованы в педагогах, обладающих не только предметной компетентностью, но и развитым набором *soft skills* – коммуникативных, организационных, исследовательских навыков [6].

Наконец, сами студенты-педагоги зачастую испытывают трудности в освоении универсальных методов обучения и требуются целенаправленные педагогические условия для развития этих умений [7].

Анализ исследований

Проблематика формирования метапредметных компетенций учителя находится на пересечении компетентностного подхода и методики преподавания конкретных предметов. Компетентностный подход, закреплённый в отечественном образовании с 2000-х годов, предполагает смещение акцента с усвоения знаний на формирование умений и готовности к действию [8;9]. В трудах В.А. Болотова и В.В. Серикова компетентностная модель образования представлена как ориентированная не на информированность учащегося, а на его умение решать практические проблемы, возникающие в реальных ситуациях [8]. И.А. Зимняя ввела понятие ключевых компетентностей, подчеркивая, что результатом образования должны становиться не разрозненные знания, а интегрированные способности личности [9]. Позднее А.В. Хуторской развил идею метапредметного содержания образования, указывая, что фундаментальные образовательные объекты и универсальные способы деятельности учащихся должны стать частью стандарта нового поколения [10]. Он подчёркивал, что метапредметные результаты включают освоение междисциплинарных понятий и методов научного познания, формирование целостной картины мира у учеников.

На международном уровне аналогичным понятием является «*transversal competencies*» или «*21st century skills*», подчеркивающие универсальность и междисциплинарность таких навыков, как критическое мышление, сотрудничество, креативность, коммуникация и др. [11;12]. Организация ЮНЕСКО в рамках проекта Education 2030 выделяет трансверсальные компетенции как ключевые для образования будущего и указывает на необходимость перестройки программ подготовки учителей, чтобы те были готовы формировать у учащихся навыки XXI века [13]. В отчёте ЮНЕСКО отмечается, что система подготовки педагогических кадров должна обеспечивать развитие у будущих учителей гибкости мышления, навыков сотрудничества, рефлексии и других метакомпетенций, необходимых для современной школы. Аналогично, в программе OECD «*The Future of Education and Skills 2030*» подчеркивается, что учителя сами должны обладать широким спектром компетенций, выходящих за рамки предметных знаний, чтобы быть готовыми к ролям наставников и фасилитаторов учебного процесса [14]. Исследования в разных странах демонстрируют эффективность включения в педагогические учебные планы специальных модулей, направленных на развитие у студентов педагогических навыков исследовательской деятельности, проектирования межпредметных уроков, использования рефлексивных практик и др. [15;16].

Научная новизна исследования заключается в уточнении структуры метапредметных компетенций будущих учителей химии и разработке модели их формирования в условиях профессиональной подготовки, объединяющей межпредметную интеграцию, проблемно-исследовательское обучение, проектную деятельность, учебную коммуникацию и рефлексивные практики. В отличие от работ, рассматривающих отдельные аспекты метапредметности или универсальных учебных действий, в данном исследовании предложен комплексный подход, ориентированный именно на подготовку будущих учителей химии и включающий систему критериев, показателей и диагностических процедур для оценки динамики сформированности компетенций.

Вместе с тем анализ литературы показывает, что большинство исследований рассматривает либо общие вопросы компетентностного подхода, либо отдельные аспекты метапредметности и универсальных учебных действий. Недостаточно разработанным остается вопрос целенаправленного формирования метапредметных компетенций именно у будущих учителей химии в условиях вузовской профессиональной подготовки. Также ограниченно представлены эмпирические данные о применении комплекса педагогических условий, объединяющего межпредметную интеграцию, исследовательские задания, проектную деятельность, коммуникацию и рефлексия. Данный пробел определил цель и задачи настоящего исследования.

Таким образом, теоретический и практический анализ проблемы показывает, что формирование метапредметных компетенций будущих учителей химии является востребованным направлением педагогических исследований. *Цель нашего исследования* – разработать и экспериментально проверить педагогические условия эффективного формирования метапредметных компетенций у студентов-химиков в процессе профессиональной подготовки. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: (1) определить структуру и содержание метапредметных компетенций будущего учителя химии; (2) разработать модель формирования данных компетенций в образовательном процессе вуза, включающую специальные методические приёмы и средства; (3) экспериментально проверить эффективность предложенной модели, используя диагностику уровней сформированности компетенций до и после педагогического воздействия.

Гипотеза исследования заключается в том, что целенаправленное включение в профессиональную подготовку учителей химии комплекса педагогических условий – интеграции междисциплинарного содержания, активных методов обучения, рефлексивной деятельности и системы диагностики – приведёт к значимому повышению уровня сформированности их метапредметных компетенций.

Материалы и методы

Исследование проводилось на базе Казахского Педагогического Университета им. Абая по специальности 6В05301 – «Химия-наука» в 2025 учебном году. В эксперименте приняли участие студенты 2 курса, обучающиеся по направлению «Химическое образование» (возраст 19–20 лет). Общая выборка составила 28 человек, из них 14 студентов составляли экспериментальную группу (ЭГ), ещё 14 – контрольную группу (КГ). Распределение в группы осуществлялось случайным образом, при этом учитывалось выравнивание по успеваемости и базовому уровню подготовленности, чтобы группы были сопоставимы.

Формирование экспериментальной и контрольной групп осуществлялось с учетом принципа сопоставимости исходных условий обучения. На предварительном этапе были проанализированы показатели академической успеваемости студентов, результаты входной диагностики метапредметных компетенций, а также уровень их участия в учебно-исследовательской и групповой работе. После этого студенты были распределены на экспериментальную и контрольную группы по 14 человек таким образом, чтобы группы не имели существенных различий по исходному уровню подготовленности. Сопоставимость групп подтверждалась результатами констатирующего среза: статистически значимых различий между экспериментальной и контрольной группами на начальном этапе выявлено не было ($p > 0,05$).

Этапы эксперимента. Педагогический эксперимент включал три этапа: констатирующий, формирующий и контрольный.

На *констатирующем этапе* проводилась первичная диагностика уровня сформированности метапредметных компетенций: студентам предлагались тестовые задания на установление межпредметных связей, практико-ориентированные задания по разработке фрагмента урока с межпредметным содержанием, анкета самооценки учебно-исследовательских и рефлексивных умений, а также рефлексивное эссе. На *формирующем этапе* в экспериментальной группе был реализован комплекс педагогических условий, включающий межпредметные задания, проблемно-исследовательские ситуации, групповые проекты, учебные дискуссии, рефлексивные дневники и портфолио. Контрольная группа обучалась по традиционной программе без специально организованного комплекса метапредметных заданий. На *контрольном этапе* была проведена повторная диагностика по тем же критериям и инструментам, что позволило сопоставить динамику показателей в обеих группах.

Для диагностики были разработаны критерии и показатели, опирающиеся на структурное наполнение понятия «метапредметные компетенции учителя химии». На основе анализа литературы [5;7;10] и нормативных документов были выделены следующие ключевые компоненты:

1. Интегративно-предметный компонент – знание междисциплинарных понятий и умение устанавливать связи между химией и другими областями науки (биологией, физикой, экологией и др.). Показатели: объём и осознанность знаний о фундаментальных научных концептах, выходящих за рамки курса химии; умение объяснить химические явления опираясь на знания из смежных дисциплин.

2. Исследовательско-познавательный компонент – владение универсальными учебными умениями и методами научного познания, способность организовать и провести учебное исследование. Показатели: навыки постановки проблемного вопроса, планирования эксперимента, обработки и анализа информации, формулирования выводов.

3. Коммуникативный компонент – развитие коммуникативных навыков и умение работать в команде, представляя научную информацию доступно для разных аудиторий. Показатели: уровень сформированности навыков учебной коммуникации (ведение диалога, дискуссии), сотрудничества в группе, публичного представления результатов, использования понятной речи.

4. Рефлексивно-регулятивный компонент – способность к рефлексии и саморегуляции, планированию собственной деятельности, критическому мышлению. Показатели: умение

ставить цели обучения, планировать своё время, оценивать успешность выполнения заданий, корректировать стратегии; готовность к непрерывному самообразованию.

Для каждого компонента были разработаны критерии оценки по трёхуровневой шкале: низкий уровень, средний уровень, высокий уровень сформированности. Например, низкий уровень интегративно-предметного компонента характеризовался тем, что студент затрудняется привести примеры связей химии с другими науками и не использует межпредметные понятия; высокий уровень – студент свободно оперирует межпредметными категориями, приводит собственные примеры интеграции знаний из разных областей при объяснении химических процессов. Диагностика проводилась с использованием следующих методов: тестирование (включавшее задания на установление межпредметных связей и применение универсальных методов), анализ рефлексивных эссе студентов о собственной учебной деятельности, анкетирование и экспертное оценивание выполнения практико-ориентированных заданий (например, разработка фрагмента урока с межпредметной задачей). Надёжность оценивания обеспечивалась привлечением двух независимых экспертов — преподавателей кафедры методики обучения химии. Разработанные диагностические материалы прошли предварительное обсуждение с преподавателями кафедры; на этапе апробации уточнялись формулировки заданий, критерии оценивания и уровневые характеристики метапредметных компетенций. Согласованность экспертных оценок проверялась с использованием коэффициента конкордации Кендалла, что позволило повысить надёжность интерпретации результатов. Для снижения субъективности итоговая оценка формировалась на основе нескольких источников данных: тестовых заданий, анкетирования, анализа рефлексивных эссе, практико-ориентированных заданий и экспертной оценки.

На *формирующем этапе* в учебный процесс экспериментальной группы были внедрены разработанные педагогические условия и методические приёмы, нацеленные на развитие метапредметных компетенций. Педагогические условия эксперимента включали:

1. Интеграция межпредметного содержания – усиление междисциплинарных связей при изучении профессиональных дисциплин. В курс методики обучения химии были добавлены специальные модули, раскрывающие фундаментальные понятия на стыке химии и других наук (например, раздел «Химические аспекты экологических проблем», «Исторические открытия на пересечении химии и физики»). Студентам предлагались творческие задания по поиску межпредметных примеров и созданию интегрированных фрагментов уроков. Это соответствует рекомендациям Ахромушкиной и соавт. о необходимости преемственного развития межпредметных понятий в процессе обучения химии [7].

2. Метод проблемно-исследовательского обучения – широкое использование в ЭГ активных методов, побуждающих студентов самим открывать знания. Каждая тема сопровождалась мини-исследованием или проблемной ситуацией, которую студенты решали в группах. Например, при изучении темы «Химическое равновесие» предлагалось межпредметное исследование: проанализировать химическое равновесие в контексте биохимических процессов (буферные системы крови) и представить результаты. Такая деятельность развивала познавательный компонент и учила применять универсальные исследовательские навыки. Данный подход согласуется с общими положениями компетентностно-ориентированного обучения, где усвоение знаний происходит через деятельность по их самостоятельному получению [17;18].

3. Развитие коммуникативных навыков через совместную работу – на занятиях применялись интерактивные формы: групповые проекты, учебные дискуссии, взаимное обучение. Студенты ЭГ готовили в парах мини-уроки по сложным темам, предполагающим разъяснение материала одноклассникам доступным языком (*peer teaching*). Также организовывались круглые столы, где обсуждались вопросы обучения химии на английском языке, связи химии с повседневной жизнью и др. Во время таких активностей обучающиеся учились ясно излагать мысли, аргументировать, слушать и сотрудничать, что напрямую развивает коммуникативный компонент метапредметных компетенций [15].

4. Включение рефлексивных практик и оценивание по метапредметным критериям – каждое практическое занятие завершалось рефлексией: студенты записывали, какие новые универсальные способы деятельности они освоили, с какими трудностями столкнулись, как можно применить полученные знания. Кроме того, в ЭГ вводилась система *портфолио метапредметных достижений*: студенты собирали примеры своих работ, отражающие развитие их исследовательских и коммуникативных навыков (отчёты по мини-исследованиям, сценарии интегрированных уроков, отзывы одноклассников и преподавателей). Периодически портфолио анализировалось совместно с преподавателем, намечались пути дальнейшего роста. Этот элемент способствовал развитию рефлексивно-регулятивного компонента и мотивации к саморазвитию.

В течение формирующего этапа занятия с элементами метапредметной подготовки проводились систематически в рамках дисциплин методической и профессиональной направленности. Такие задания выполнялись в течение семестра на практических занятиях и в рамках самостоятельной работы студентов. В экспериментальной группе использовались задания следующих типов: разработка межпредметного фрагмента урока химии с опорой на биологические, экологические или физические знания; анализ проблемной ситуации, связанной с химическим равновесием в биологических системах; мини-проект по теме “Химические аспекты экологических проблем”; групповая дискуссия о роли химии в решении междисциплинарных задач; подготовка рефлексивного отчета после выполнения исследовательского задания. Например, при изучении темы “Химическое равновесие” студенты анализировали буферные системы крови, формулировали проблемный вопрос, выдвигали гипотезу, подбирали химические и биологические объяснения и представляли результаты в группе. При изучении экологически ориентированных тем студенты разрабатывали фрагмент урока, в котором химическое содержание связывалось с понятиями биосферы, круговорота веществ и воздействия отходов на экосистемы.

В отличие от экспериментальной, контрольная группа обучалась по стандартной программе без целенаправленного акцента на межпредметность и специальные метапредметные задания. Студенты КГ посещали те же дисциплины, но преподаватели не внедряли описанный выше комплекс мер (использовались традиционные лекции, семинары, лабораторные работы по обычной программе методики и предметных курсов). Это позволило проследить, какие изменения произойдут именно благодаря введённым в ЭГ педагогическим условиям.

Формирующий этап длился один семестр. По завершении этого периода был проведён *контрольный этап* – итоговая диагностика уровней метапредметных компетенций у студентов обеих групп по тем же критериям и методикам, что и на констатирующем. Результаты первичного и итогового срезов сравнивались между собой, а также между ЭГ и КГ. Для статистической проверки достоверности различий использовался критерий χ^2 Пирсона (для сравнения распределения по уровням) и t-критерий Стьюдента (для сравнения средних баллов интегральной оценки компетенций). Кроме того, проводился качественный анализ изменений в умениях и навыках студентов, выявленных через их портфолио и экспертные заключения.

Этические аспекты исследования были соблюдены. Участие студентов в эксперименте было добровольным; все участники были проинформированы о цели исследования, порядке проведения диагностики и использовании полученных данных в обобщённом виде. Персональные данные студентов не раскрывались, результаты обрабатывались анонимно и использовались исключительно в научно-исследовательских целях. Проведение исследования было согласовано с администрацией образовательной программы и кафедрой.

Результаты

Исходный уровень метапредметных компетенций (констатирующий срез). Анализ данных, собранных на начале эксперимента, показал, что большинство студентов 2 курса имеют недостаточно развитые метапредметные умения. В целом по выборке лишь около 10%

участников продемонстрировали высокий уровень сформированности искомых компетенций, 50% находились на среднем уровне, и около 40% – на низком. По группам ситуация была схожей и статистически значимые различия между ЭГ и КГ отсутствовали ($p > 0.05$), что подтверждает корректность исходного распределения.

Наиболее проблемными компонентами оказались интегративно-предметный и рефлексивно-регулятивный. Так, значительная часть студентов затруднялась установить межпредметные связи: лишь 35% опрошенных смогли дать полноценный ответ, увязав химическое понятие дыхания с биологическими процессами. Многие ответы были фрагментарными, свидетельствуя о разрозненности знаний. Рефлексия также была слабо развита – по данным анкет, около 60% студентов редко планируют своё обучение, не ведут самоанализ усвоения материала, основной стратегией подготовки к занятиям называли «выучить конспект». Познавательные и коммуникативные компоненты находились на относительно лучшем уровне: например, базовые навыки проведения эксперимента и обработки данных имелись у 55-60% студентов (средний уровень), навыки коммуникации (обсуждение в малых группах, выступление перед аудиторией) – у 50%. Однако даже в этих областях высокий уровень был у единиц. Данные констатирующего этапа указывают на необходимость усиления работы над развитием универсальных умений в рамках учебного процесса.

Изменения после реализации педагогических условий (контрольный срез). По завершении формирующего этапа в экспериментальной группе зафиксирован заметный рост показателей метапредметных компетенций. В таблице 1 представлено сравнение распределения студентов по уровням в ЭГ и КГ до и после эксперимента.

Таблица 1. Распределение студентов по уровням сформированности метапредметных компетенций (до и после эксперимента, % от численности группы)

Группа	Время среза	Высокий уровень	Средний уровень	Низкий уровень
ЭГ (n=14)	до эксперимента	12%	52%	36%
ЭГ	после эксперимента	44%	48%	8%
КГ (n=14)	до эксперимента	8%	48%	44%
КГ	после эксперимента	12%	56%	32%

Как видно из таблицы, в экспериментальной группе доля студентов с высоким уровнем метапредметных компетенций возросла с 12% до 44%, тогда как в контрольной – лишь с 8% до 12%. Количество студентов с низким уровнем в ЭГ сократилось более чем в 4 раза (с 36% до 8%), а в КГ – незначительно (с 44% до 32%). Эти различия статистически значимы: критерий χ^2 показал, что распределения по уровням в ЭГ до и после существенно отличаются ($\chi^2 = 12.5$, $df = 2$, $p < 0.01$), тогда как в КГ изменений не выявлено на уровне значимости ($\chi^2 = 2.1$, $df = 2$, $p > 0.05$). Различия итоговых результатов ЭГ и КГ также являются статистически значимыми ($\chi^2 = 15.4$, $df = 2$, $p < 0.001$). Для χ^2 -критерия Пирсона степени свободы составили $df = 2$, поскольку сравнивались три уровня сформированности компетенций: высокий, средний и низкий. Дополнительно рассматривался размер эффекта с использованием коэффициента V Крамера, что позволило оценить выраженность различий между сравниваемыми распределениями. С учетом малого объема выборки статистические результаты интерпретировались осторожно и рассматривались в сочетании с качественным анализом портфолио, рефлексивных эссе и экспертных оценок. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о положительной динамике в экспериментальной группе и позволяют предварительно оценивать внедрённые педагогические условия как перспективные для развития метапредметных компетенций.

При анализе по компонентам наибольший прогресс в ЭГ отмечен по интегративно-предметному и исследовательско-познавательному компонентам. Студенты экспериментальной группы стали лучше устанавливать связи химии с другими науками: в

итоговом тестировании 80% ЭГ успешно справились с заданиями на межпредметное объяснение (против 35% ранее). Многие ответы стали более развёрнутыми, содержали понятия из разных областей. Например, на открытый вопрос о роли химии в решении экологических проблем все студенты ЭГ дали ответ, связывающий химические знания с биологическими и географическими аспектами (использовали понятия биосферы, круговорота веществ, воздействия отходов на экосистемы), тогда как на констатирующем этапе половина отвечала только в пределах предмета «химия» (либо вовсе затруднялась ответить). Средний балл по интегративно-предметному блоку в ЭГ вырос с 0.55 до 0.82 (по шкале 0–1), тогда как в КГ – с 0.53 до 0.60 (разница ростов значима, t-критерий, $p < 0.01$).

По исследовательским умениям рост также значительный: в ЭГ 70% студентов продемонстрировали высокую исследовательскую активность и самостоятельность (на защите своих мини-проектов, в умении формулировать выводы из данных эксперимента), тогда как на старте таких было 20%. Студенты ЭГ на итоговой аттестации уверенно выполняли экспериментальные задания: к примеру, при проведении лабораторного опыта по анализу качества воды 90% справились с формулировкой гипотезы и предложением плана исследования, хотя изначально лишь 40% могли самостоятельно спланировать эксперимент. В КГ улучшения по этому критерию были скромнее: доля студентов, успешно справившихся с аналогичным заданием, повысилась с 35% до 50%.

Коммуникативный компонент у студентов ЭГ также улучшился: наблюдения показали, что к концу эксперимента они стали активнее участвовать в дискуссиях, лучше презентуют результаты работы. На итоговом семинаре, где обе группы готовили выступления, члены ЭГ в среднем набрали более высокие оценки экспертов за критерии «ясность изложения» и «умение отвечать на вопросы аудитории» (в 4,5 из 5 баллов против 3,8 баллов у КГ, $p < 0.05$). Студенты ЭГ стали более уверенно взаимодействовать с одноклассниками, замечено развитие навыков аргументации и совместного решения проблем. Многие из них отмечали в рефлексиях, что групповые проекты и взаимное обучение помогли им научиться лучше объяснять сложные понятия простым языком.

Рефлексивно-регулятивные умения повысились в меньшей степени, но позитивная динамика тоже присутствует. В ЭГ к концу эксперимента 60% студентов демонстрировали сформированность навыков саморегуляции на среднем и высоком уровне (против ~30% ранее): они планировали подготовку к занятиям, ставили цели в учебных проектах, умели критически оценить свои слабые места. Этому способствовало введение портфолио и рефлексивных эссе: по отзывам студентов, первоначально эта практика давалась нелегко, но постепенно они привыкли анализировать свои достижения. В КГ же особых изменений в привычках самоанализа не выявлено – лишь несколько человек начали вести конспективные планы подготовки к экзаменам, тогда как большинство сохраняло старые модели (учить материал перед контролем знаний и т.п.).

Обобщая результаты, отметим, что в экспериментальной группе улучшения произошли по всем компонентам метапредметных компетенций, тогда как в контрольной группе изменения если и имели место, то не столь значительные и не затронули многие аспекты. Это свидетельствует о положительной динамике формирования метапредметных компетенций в экспериментальной группе и позволяет предварительно оценивать предложенную модель как перспективную.

Обсуждение

Полученные результаты согласуются с выводами других исследователей о том, что переход от традиционного обучения к деятельностно-компетентностному приносит существенную пользу в подготовке будущих учителей. Полученные данные показывают, что интеграция межпредметного подхода в программу методической подготовки учителя химии ведёт к росту междисциплинарных знаний и навыков у студентов. Это созвучно данным Ахромушкиной и коллег [7], отметивших эффективность усиления межпредметных связей в курсе методики преподавания для освоения студентами метапредметных требований ГОСО.

В их эксперименте, как и в нашем, одним из ключевых условий стало построение содержания обучения химии с учётом смежных дисциплин и формирование у студентов целостного понимания предметной области. Наши результаты конкретизируют эти выводы применительно к химическому образованию, показывая статистически значимый рост интегративного компонента компетенций.

Более выраженная динамика интегративно-предметного и исследовательско-познавательного компонентов может быть объяснена тем, что именно эти компоненты напрямую активизировались через межпредметные задания, проблемные ситуации и мини-исследования. Студенты экспериментальной группы не только воспроизводили теоретические знания, но и применяли их при объяснении химических явлений с опорой на биологические, экологические и физические связи. Это способствовало развитию способности видеть химическое содержание в более широком научном и практическом контексте. В то же время рефлексивно-регулятивный компонент показал менее выраженную динамику, поскольку формирование устойчивых навыков самоанализа, планирования и саморегуляции требует более длительного времени и регулярного педагогического сопровождения. Данный результат подтверждает необходимость системного включения рефлексивных практик не только в отдельный семестр, но и на протяжении всей профессиональной подготовки будущих учителей химии.

Применение проблемно-исследовательских методов обучения в ЭГ показало высокую результативность в развитии познавательной самостоятельности и исследовательских умений студентов. В литературе подчёркивается, что развитие метапредметных компетенций невозможно без изменения роли обучающегося – из пассивного потребителя знаний он должен стать исследователем, открывателем [8;13]. Наш эксперимент продемонстрировал на практике, что даже в рамках отдельного предмета (методики преподавания химии) можно создать среду, где студенты активно добывают знания, и это приводит к росту целого спектра навыков. Интересно, что в контрольной группе, обучавшейся традиционно, исследовательские умения выросли незначительно – вероятно, за счёт общего увеличения опыта к концу года, – но без специальной организации деятельности существенного прогресса не произошло. Это подчёркивает значимость целенаправленного методического руководства. Данный вывод созвучен с позицией А.А. Вербицкого о том, что контекстное обучение, приближенное к реальной профессиональной деятельности, является необходимым условием формирования профессиональных и метапредметных компетенций педагога [18]. В нашем случае роль контекста играли практико-ориентированные задания и имитация реальной работы учителя (разработка уроков, проведение экспериментов), что подготовило студентов к решению аналогичных задач в будущей работе.

Особо следует отметить влияние коммуникативно-ориентированных методов (групповых проектов, дискуссий) на развитие *soft skills* будущих учителей. За время эксперимента студенты ЭГ ощутимо продвинулись в умении сотрудничать и коммуницировать. Это важный результат, так как коммуникативная компетентность – один из компонентов метапредметных компетенций – прямо влияет на успешность педагога в профессии. Наши наблюдения согласуются с зарубежными исследованиями, отмечающими эффективность кооперативного обучения и совместных проектов для развития социальных навыков учителей [15;16]. Например, в работе Матвиенко и Поповой, посвящённой подготовке учителей в Украине, подчёркивается, что современная профессиональная подготовка должна включать коллаборативные формы работы, чтобы формировать у будущих педагогов навыки коммуникации и командного решения проблем [15]. Мы видим, что в наших условиях подобный подход также принес положительный эффект: студенты научились не только лучше выражать свои мысли, но и слушать других, совместно разрабатывать идеи. Это должно позитивно сказаться на их готовности к работе с классом, к взаимодействию с коллегами, родителями.

Несмотря на успешность формирующего эксперимента, отдельные аспекты требуют дальнейшего обсуждения. Так, рефлексивная культура студентов хотя и улучшилась, но

осталась относительно уязвимой стороной. Можно предположить, что на развитие рефлексивно-регулятивных умений требуется больше времени и, возможно, индивидуального сопровождения. В рамках одного семестра сложно значительно перестроить устоявшиеся учебные привычки студентов. Вероятно, включение элементов рефлексии должно начинаться с первых курсов и поддерживаться на протяжении всего обучения, чтобы к выпуску будущий учитель был вполне готов к саморегуляции профессиональной деятельности. Кроме того, полезно было бы усилить мотивационную составляющую – объяснять студентам ценность метапредметных компетенций для их собственной карьеры и эффективности работы. В наших анкетах после эксперимента большинство студентов ЭГ положительно оценили новый опыт, но часть всё же выражала сомнения, зачем, к примеру, тратить время на рефлексивные дневники. Тут прослеживается необходимость изменения менталитета: переход от восприятия обучения как усвоения конкретной информации к пониманию его как развития способностей. Это отражает глобальную тенденцию: как отмечает OECD, важно сформировать у самих педагогов мышление непрерывного развития, готовность учиться учиться [14].

Интересным наблюдением стало также то, что некоторые студенты КГ начали перенимать элементы экспериментальных методов (неформально). От отдельных преподавателей поступала информация, что студенты КГ проявляли интерес к тому, что делают их коллеги из ЭГ, и, например, пару человек из КГ самостоятельно попробовали подготовить интегрированное сообщение по химии и биологии, хотя от них это не требовалось. Это говорит о потенциальной позитивной «заражаемости» идеями метапредметности: когда студенты видят новый творческий подход в учебе, они могут заинтересоваться и подключиться, даже если формально не включены в эксперимент. В масштабах факультета это внушает оптимизм: если методика будет меняться, то может сформироваться новая культура обучения, в которой метапредметные компетенции станут естественной и желанной целью для всех студентов.

Наше исследование, безусловно, имеет ограничения. Во-первых, выборка ограничена одним вузом и относительно небольшим количеством студентов — 28 человек, что снижает возможность широкого обобщения полученных результатов. В связи с этим результаты исследования следует рассматривать как апробационные и требующие дальнейшей проверки на более широкой выборке. Во-вторых, формирующий этап длился один семестр; данный период позволил выявить положительную динамику формирования метапредметных компетенций, однако не дает возможности в полной мере оценить устойчивость полученных результатов, особенно по рефлексивно-регулятивному компоненту. В дальнейших исследованиях планируется расширить выборку, включить студентов из разных образовательных организаций, а также провести отсроченный контроль для оценки долгосрочного эффекта предложенной модели. В-третьих, оценка компетенций всегда носит долю субъективности — мы старались применять разнообразные методы диагностики, но полностью устранить субъективный фактор сложно. Тем не менее, полученные четкие количественные различия и подтверждение статистическими методами повышают доверие к результатам.

Отдельно отметим, что внедрение описанных педагогических условий потребовало усилий от преподавателей – переработки учебных планов, разработки новых заданий, дополнительного времени на анализ портфолио и т.п. Это означает, что для масштабирования такого опыта нужна готовность профессорско-преподавательского состава к изменениям, возможно, методическая поддержка и обмен лучшими практиками. В перспективе стоит разработать методические рекомендации для вузов по интеграции метапредметного компонента в подготовку учителей естественнонаучного профиля.

Сравнивая наши выводы с международным опытом, подчеркнём: тенденция к формированию у учителей универсальных компетенций наблюдается повсеместно. ЮНЕСКО инициировало пилотные проекты по переподготовке учителей в ряде стран (Непал, Соломоновы Острова) с целью интеграции трансверсальных навыков в практику преподавания. Первые отчёты показали, что при целенаправленной поддержке учителя

начинают использовать новые методы и чувствуют себя увереннее в роли наставников по навыкам XXI века [13]. Наш эксперимент добавляет к этой картине данные именно о начальной подготовке учителей – показывая, что университет может заложить фундамент метапредметной компетентности еще до выхода молодого специалиста в школу.

В целом, полученные результаты позволяют предварительно подтвердить исходную гипотезу о том, что целенаправленное включение межпредметной интеграции, проблемного обучения, коммуникации и рефлексии в профессиональную подготовку будущих учителей химии способствует положительной динамике метапредметных компетенций. Научно-методическая значимость исследования заключается в разработке и первичной апробации модели формирования метапредметных компетенций будущих учителей химии.

Заключение

В ходе исследования была уточнена структура метапредметных компетенций будущих учителей химии, включающая интегративно-предметный, исследовательско-познавательный, коммуникативный и рефлексивно-регулятивный компоненты. На основе данной структуры была разработана модель формирования метапредметных компетенций в процессе профессиональной подготовки будущих учителей химии.

Проведённый педагогический эксперимент показал положительную динамику в экспериментальной группе по сравнению с контрольной группой. Наиболее заметные изменения были выявлены по интегративно-предметному и исследовательско-познавательному компонентам, что связано с использованием межпредметных заданий, проблемно-исследовательских ситуаций и мини-проектов. Менее выраженная динамика рефлексивно-регулятивного компонента свидетельствует о необходимости более длительного и систематического формирования навыков самоанализа и саморегуляции.

Полученные результаты позволяют рассматривать предложенный комплекс педагогических условий как перспективный инструмент формирования метапредметных компетенций будущих учителей химии. Вместе с тем исследование имеет ограничения: небольшая выборка участников, проведение эксперимента на базе одного университета и ограниченная продолжительность формирующего этапа. Поэтому полученные данные следует рассматривать как предварительные и требующие дальнейшей проверки на более широкой выборке и в более длительной перспективе.

Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением эмпирической базы, проведением отсроченного контроля, а также уточнением диагностических инструментов оценки метапредметных компетенций будущих учителей естественнонаучного профиля.

Список использованной литературы

- 1 Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан. (2022, July 20) Об утверждении государственных общеобязательных стандартов высшего и послевузовского образования. – (Электронный ресурс). Доступ из СПС «Эдilet»: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200028916>
- 2 Murphy M., & Brown T. (2012) Learning as relational: Intersubjectivity and pedagogy in higher education. *International Journal of Lifelong Education*. — 31(5). — P. 643–654. <https://doi.org/10.1080/02601370.2012.700648>
- 3 Кутузова О.Б., & Сорокина И.В. (2022) Познавательные универсальные учебные действия как фактор академической успешности освоения учащимися предметного содержания. *Самарский научный вестник*. — 11(3). — С. 283–289. <https://doi.org/10.55355/snv2022113310>
- 4 Ботвинева Н.Ю., Чебоксаров А.Б., & Иванов П.В. (2023) Концепция формирования метапредметных компетенций в сфере профессиональной деятельности у студентов высшей школы посредством интеграции образовательного процесса. Проблемы современного педагогического образования. — (Электронный ресурс). Режим доступа:

- <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-formirovaniya-metapredmetnyh-kompetentsiy-v-sfere-professionalnoy-deyatelnosti-u-studentov-vysshey-shkoly-posredstvom>
- 5 Жури́н А.А., & Заграницкая Н.А. (2014) Химия: метапредметные результаты обучения. 8–11 классы. Москва: ВАКО. — С. 208.
 - 6 Весманов С.В., Жадько Н.В., Весманов Д.С., & Акопян Г.А. (2022) Метапредметные компетенции в оценках школьных учителей и представителей рынка труда г. Москвы. Ценности и смыслы. — 6(82). — С. 92–104. <https://doi.org/10.24412/2071-6427-2022-6-92-104>
 - 7 Ахромушкина И.М., Валуева Т.Н., Никишина М.Б., Шахкельдян И.В., & Корнева Т.М. (2021) Метапредметные аспекты методической подготовки будущих учителей химии. Известия Тульского государственного университета. Серия «Естественные науки». — (4). — С. 9–15. <https://doi.org/10.24412/2071-6176-2021-4-3-8>
 - 8 Болотов В.А., & Сериков В.В. (2003) Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе. Педагогика. — (10). — С. 8–14.
 - 9 Зимняя И.А. (2003) Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования. Высшее образование сегодня. — (5). — С. 34–42.
 - 10 Хуторской А.В. (2012) Метапредметное содержание в стандартах нового поколения. Школьные технологии. — (Электронный ресурс). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metapredmetnoe-soderzhanie-v-standartah-novogo-pokoleniya>
 - 11 Binkley M., Erstad O., Herman J., Raizen S., Ripley M., Miller-Ricci M., & Rumble M. (2012) Defining Twenty-First Century Skills. In Griffin P., McGaw B., & Care E. (Eds.), Assessment and Teaching of 21st Century Skills. Springer. — P. 17–66. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2
 - 12 Voogt J., & Pareja Roblin N. (2012) A comparative analysis of frameworks for 21st century competences: Implications for curriculum, instruction, and assessment. Journal of Curriculum Studies. — 44(3). P.299-321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>
 - 13 UNESCO. (2015) Preparing and Supporting Teachers to Meet the Challenges of 21st Century Learning in Asia-Pacific: Transversal Competencies in Education Policy and Practice (ERI-Net Phase III Report). Paris: UNESCO.
 - 14 OECD. (2018) The Future of Education and Skills: Education 2030 – Position Paper. Paris: OECD Publishing.
 - 15 Matvienko O., & Popova L. (2022) Formation of transversal competencies in the process of future primary school teachers' training. Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University. — 9(1). — P. 227–236. <https://doi.org/10.15330/jpnu.9.1.227-236>
 - 16 Darling-Hammond L. (2017) Teacher education around the world: What can we learn from international practice? European Journal of Teacher Education. — 40(3). — P. 291–309. <https://doi.org/10.1080/02619768.2017.1315399>
 - 17 Байденко В.И. (2004) Компетенции в профессиональном образовании: к освоению компетентностного подхода. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов. — С. 316.
 - 18 Вербицкий А.А. (2010) Контекстное обучение в компетентностном формате: компетентностный подход как новая образовательная парадигма. Высшее образование в России — (Электронный ресурс). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontekstnoe-obuchenie-v-kompetentnostnom-formate-kompetentnostnyy-podhod-kak-novaya-obrazovatel'naya-paradigma>

References

- 1 Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Respubliki Kazakhstan. (2022, July 20) Ob utverzhdenii gosudarstvennyh obshcheobyazatelnyh standartov vysshego i poslevuzovskogo

- obrazovaniya [On approval of state compulsory standards of higher and postgraduate education]. Retrieved December 20, 2025, from <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200028916>
- 2 Murphy M., & Brown T. (2012) Learning as relational: Intersubjectivity and pedagogy in higher education. *International Journal of Lifelong Education*. — 31(5). — P. 643–654. <https://doi.org/10.1080/02601370.2012.700648>
 - 3 Kutuzova O.B., & Sorokina I.V. (2022) Poznavatelnye universalnye uchebnye deystviya kak faktor akademicheskoy uspešnosti osvoeniya uchashchimisya predmetnogo soderzhaniya [Cognitive universal learning actions as a factor of students' academic success in mastering subject content]. *Samarskiy nauchnyy vestnik*. — P. 283–289. <https://doi.org/10.55355/snv2022113310>
 - 4 Botvineva N.Yu., Cheboksarov A.B., & Ivanov P.V. (2023) Kontseptsiya formirovaniya metapredmetnyh kompetentsiy v sfere professionalnoj deyatel'nosti u studentov vysshej shkoly posredstvom integratsii obrazovatel'nogo protsessa [Concept of forming meta-subject competences in the field of professional activity among university students through integration of the educational process]. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya*. — P. 58–61. <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-formirovaniya-metapredmetnyh-kompetentsiy-v-sfere-professionalnoj-deyatelnosti-u-studentov-vysshey-shkoly-posredstvom>
 - 5 Zhurin A.A., & Zagranichnaya N.A. (2014) Himiya: metapredmetnye rezultaty obucheniya. 8–11 klassy [Chemistry: Meta-subject learning outcomes. Grades 8–11]. Moscow: VAKO. (in Russ).
 - 6 Vesmanov S.V., Zhadko N.V., Vesmanov D.S., & Akopyan G.A. (2022) Metapredmetnye kompetentsii v otsenkah shkol'nykh uchitelej i predstavitelej rynka truda g. Moskvy [Meta-subject competences in assessments of school teachers and labour market representatives in Moscow]. — P. 92–104. <https://doi.org/10.24412/2071-6427-2022-6-92-104>
 - 7 Akhromushkina I.M., Valueva T.N., Nikishina M.B., Shakhkeldyan I.V., & Korneva T.M. (2021) Metapredmetnye aspekty metodicheskoy podgotovki budushchih uchitelej himii [Meta-subject aspects of methodological training of future chemistry teachers]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Estestvennye nauki*. — P. 9–15. <https://doi.org/10.24412/2071-6176-2021-4-3-8>
 - 8 Bolotov V.A., & Serikov V.V. (2003) Kompetentnostnaya model: ot idei k obrazovatel'noj programme [Competence-based model: From idea to educational programme]. *Pedagogika*. — P. 8–14.
 - 9 Zimnyaya I.A. (2003) Klyuchevye kompetentsii – novaya paradigma rezultata obrazovaniya [Key competences as a new paradigm of education outcomes]. *Vysshee obrazovanie segodnya*. — P. 34–42. (in Russ).
 - 10 Hutorskoy A.V. (2012) Metapredmetnoe soderzhanie v standartah novogo pokoleniya [Meta-subject content in the new generation standards]. *Shkolnye tekhnologii*. — P. 3–10. <https://cyberleninka.ru/article/n/metapredmetnoe-soderzhanie-v-standartah-novogo-pokoleniya>
 - 11 Binkley M., Erstad O., Herman J., Raizen S., Ripley M., Miller-Ricci M., & Rumble M. (2012) Defining Twenty-First Century Skills. In Griffin P., McGaw B., & Care E. (Eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. Springer. — P. 17–66. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2
 - 12 Voogt J., & Pareja Roblin N. (2012) A comparative analysis of frameworks for 21st century competences: Implications for curriculum, instruction, and assessment. *Journal of Curriculum Studies*. — 44(3). P.299–321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>
 - 13 UNESCO. (2015) *Preparing and Supporting Teachers to Meet the Challenges of 21st Century Learning in Asia-Pacific: Transversal Competencies in Education Policy and Practice (ERI-Net Phase III Report)*. Paris: UNESCO.
 - 14 OECD. (2018) *The Future of Education and Skills: Education 2030 – Position Paper*. Paris: OECD Publishing.

- 15 Matvienko O., & Popova L. (2022) Formation of transversal competencies in the process of future primary school teachers' training. Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University. — 9(1). — P. 227–236. <https://doi.org/10.15330/jpnu.9.1.227-236>
- 16 Darling-Hammond L. (2017) Teacher education around the world: What can we learn from international practice? European Journal of Teacher Education. — 40(3). — P. 291–309. <https://doi.org/10.1080/02619768.2017.1315399>
- 17 Baydenko V.I. (2004) Kompetentsii v professionalnom obrazovanii: k osvoeniyu kompetentnostnogo podhoda [Competences in vocational education: Towards mastering the competence-based approach]. Moscow: Issledovatel'skij tsentr problem kachestva podgotovki spetsialistov.
- 18 Verbitskiy A.A. (2010) Kontekstnoe obuchenie v kompetentnostnom formate: kompetentnostnyj podhod kak novaya obrazovatel'naya paradigma [Context-based learning in a competence format: The competence approach as a new educational paradigm]. Vysshee obrazovanie v Rossii. — P. 32–37. <https://cyberleninka.ru/article/n/kontekstnoe-obuchenie-v-kompetentnostnom-formate-kompetentnostnyy-podhod-kak-novaya-obrazovatel'naya-paradigma>

*Жусупбекова Нурсулу¹, Нугманова Айнур^{*1}, Огородник Виктория²*

¹Абай атындағы ҚазҰПУ, Алматы, Қазақстан

²М.Танк атындағы Беларусь мемлекеттік педагогикалық университеті, Минск, Беларусь

*e-mail: ainura_nugmanova@mail.ru

БОЛАШАҚ ХИМИЯ МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ КӘСІБИ ДАЯРЛЫҒЫНДА МЕТАПӘНДІК ҚҰЗЫРЕТТЕРДІ ҚАЛЫПТАСТЫРУ НЕГІЗГІ АСПЕКТ РЕТІНДЕ

Андатпа. Мақалада болашақ химия мұғалімдерінің метапәндік құзыреттерін кәсіби даярлау үдерісінде қалыптастырудың педагогикалық шарттары қарастырылады. Зерттеудің мақсаты – метапәндік құзыреттердің құрылымын нақтылап, оларды дамытуға бағытталған модельді әзірлеу және университеттік дайындық контекстінде оның тиімділігін эксперименттік түрде тексеру. Метапәндік құзыреттер интегративтік-пәндік, зерттеушілік-познавателдік, коммуникативтік және рефлексивтік-регулятивтік компоненттердің бірлігі ретінде түсіндіріледі. Зерттеу ҚазҰПУ университетінің «Химия» білім беру бағдарламасының 2 курсына оқитын 28 студенттің (14 – эксперименттік, 14 – бақылау тобы) қатысуымен жүргізілді. Констатациялау кезеңінде арнайы әзірленген критерийлер мен көрсеткіштер негізінде бастапқы деңгейлер диагностикаланды. Эксперименттік топта метапәндік құзыреттерді қалыптастыруға бағытталған педагогикалық шарттар кешені енгізілді: оқу пәндерінің мазмұнындағы пәндерарасы интеграцияны күшейту, проблемалық-ізденіс және жобаға негізделген оқытуды пайдалану, топтық өзара әрекет пен кәсіби коммуникацияны дамыту, рефлексивтік тәжірибелер мен портфолио жүргізу. Қорытынды өлшеулер эксперименттік топта барлық компоненттер бойынша деңгейлердің елеулі өскенін көрсетті: жоғары деңгейдегі студенттердің үлесі 12%-дан 44%-ға дейін артты, төмен деңгейдегілер 36%-дан 8%-ға дейін азайды, бұл бақылау тобымен салыстырғанда статистикалық тұрғыдан мәнді айырмашылықтарды айқындады. Нәтижелер ұсынылған модель мен педагогикалық шарттардың болашақ химия мұғалімдерінің метапәндік құзыреттерін қалыптастыруда тиімді екенін және оларды педагогикалық ЖОО-лардың білім беру бағдарламаларына интеграциялау қажеттілігін негіздейді.

Түйін сөздер: метапәндік құзыреттер, кәсіби даярлау, педагогикалық шарттар, пәнаралық интеграция, рефлексия

*Zhussupbekova Nursulu¹, Nugmanova Ainur^{*1}, Aharodnik Victorya²*

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

²Belarusian State Pedagogical University named after M. Tank, Minsk, Belarus

*e-mail: ainura_nugmanova@mail.ru

FORMATION OF META-SUBJECT COMPETENCIES AS A KEY ASPECT OF THE PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE CHEMISTRY TEACHERS

Abstract. The paper addresses the problem of developing meta-subject competencies in future chemistry teachers within the context of contemporary teacher education reform. The study aims to clarify the structure of chemistry teachers' meta-subject competencies, to design a model for their purposeful development during university-based professional training, and to empirically test the effectiveness of a set of pedagogical conditions. Meta-subject competencies are conceptualized as an integrated construct comprising four interrelated components: integrative subject-related, research-cognitive, communicative, and reflective-regulatory. The empirical study was conducted at the Kazakh National Pedagogical University and involved 28 second-year students enrolled in a "Chemistry Education" programme, divided into an experimental and a control group (14 students each). At the baseline stage, diagnostic tools based on specially developed criteria and indicators were used to assess initial levels of meta-subject competencies. The experimental group was then exposed to a complex of pedagogical conditions: strengthened interdisciplinary integration in course content, the systematic use of problem-based and inquiry-oriented learning, group work and academic discussion, as well as regular reflective practices supported by individual portfolios. Comparison of pre- and post-test results demonstrated a substantial increase in the proportion of students with a high level of meta-subject competencies in the experimental group (from 12% to 44%) and a decrease in the low level (from 36% to 8%), while changes in the control group were minor and statistically insignificant. The findings confirm the effectiveness of the proposed model and justify its integration into teacher education programmes for future chemistry and other science teachers.

Keywords: meta-subject competencies, professional training, pedagogical conditions, interdisciplinary integration, reflection

Поступила 31 Марта 2026

IRSTI 14.07.09

DOI: <https://doi.org/10.47344/eephjx41>Akerke Aiashova¹, Nurlybay Madiyarov^{1*}, Ahmet Arikan²¹M. Auezov South-Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan²Gazi University, Ankara, Türkiye*e-mail: nurlybay2026@gmail.com

A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF MATHEMATICAL LITERACY RESEARCH BASED ON THE SCOPUS DATABASE (2005–2025)

Abstract. Mathematical literacy is one of the most relevant research areas in the field of modern mathematical education. The aim of the article is to conduct a bibliometric analysis of the development trends, structure and thematic features of scientific publications on mathematical literacy indexed in the Scopus database for the period 2005-2025. The research data were selected using the keywords “mathematical” and “literacy”, and a total of 2276 scientific works were analyzed. The data were exported in BibTeX format and processed in RStudio using Bibliometrix and Biblioshiny tools. The analysis revealed the dynamics of publications over time, leading authors and sources, patterns of scientific collaboration between countries, citation structure, as well as the main thematic areas in the field of mathematical literacy and their evolution. The results show a significant increase in the number of studies on mathematical literacy after 2015. Thematic analyses reveal that while the research initially focused on cognitive and methodological issues, in later years it has increasingly focused on educational practice, assessment and modeling, and applied contexts. Overall, this study provides a comprehensive overview of the long-term development trends in the field of mathematical literacy research and identifies relevant areas for future research.

Keywords: mathematical literacy, mathematics education, bibliometric analysis, Scopus, PISA

Introduction

In modern educational research, mathematical literacy is considered one of the main scientific concepts that characterizes the ability of students to effectively apply mathematical knowledge in everyday life situations. This concept is associated with the understanding of mathematics not only as a set of formal knowledge, but also as an applied tool aimed at solving real social, professional and everyday problems. In this sense, mathematical literacy is becoming an important theoretical and practical category in assessing educational outcomes and updating the content of education (Stacey, 2011).

The importance of mathematical literacy is also widely recognized at the international level. In particular, in the international PISA studies carried out within the framework of the OECD, mathematical literacy is considered one of the key competencies of students. This assessment is aimed at determining the level of application of mathematical knowledge in life situations and is an important basis for improving educational policies and curricula in many countries (OECD, 2019; OECD, 2022). In this regard, the concept of "mathematical literacy" is developing in close connection with international criteria for assessing the quality of education.

In the scientific literature, mathematical literacy is closely linked to students' cognitive abilities, numeracy skills, and academic achievement. A number of empirical studies show that early mathematical and numeracy skills have a significant impact on later academic outcomes. This supports the view that mathematical literacy is a long-term developmental process (LeFevre et al., 2009; Krajewski & Schneider, 2009).

In recent years, separate review articles and bibliometric studies on the topic of mathematical literacy have also begun to be published. For example, Indonesian researchers analyzed the development trends of mathematical literacy in mathematics education from 2011 to 2024 using the Scopus database using a bibliometric method (Adjis et al., 2025). In addition, Kazakh researchers

Kappassova et al. (2025) examined the factors influencing mathematical literacy from the perspective of a systematic literature review based on empirical studies from 2015 to 2024. However, the first of these works covered a relatively short period of time and a limited corpus of publications, while the second did not aim at quantitative bibliometric mapping and thematic structure analysis.

In this regard, there is a clear need for bibliometric studies that comprehensively describe the dynamics of the development, thematic structure and conceptual evolution of scientific publications in the field of mathematical literacy over a long period of time and based on a large-scale data set. This issue is especially relevant in the Kazakhstani scientific space, since bibliometric analyses based on large international databases on this topic are still not sufficiently presented. The aim of the study is to conduct a bibliometric analysis of scientific publications indexed in the Scopus database for the keyword “mathematical literacy” from 2005 to 2025.

Methods

This study used bibliometric analysis methods to describe the dynamics of the development, thematic structure, and conceptual evolution of scientific publications in the field of mathematical literacy. The bibliometric method allows for a systematic quantitative analysis of a mass of scientific publications and is widely used to describe the educational structure, research directions, and intellectual evolution of a particular scientific field (Pritchard, 1969; Aria & Cuccurullo, 2017).

The Scopus database, which contains a wide range of international scientific publications, was used as the source of the study. During data collection, the keyword “mathematical” AND “literacy” was used in the TITLE-ABS-KEY fields of the Scopus database. This was chosen because it represents the internationally established term for mathematical literacy and to ensure conceptual consistency. Since similar terms were not used, the study results were interpreted within this limitation.

The search initially identified 2,449 records. In order to refine the scope of the study, a publication year restriction of 2005–2025 was applied, and 2,276 scientific records corresponding to this period were selected. Since data collection was carried out in January 2026, available publications up to 2025 were included.

The resulting bibliographic data was exported in BibTeX format and processed using the Bibliometrix package running in the RStudio software environment. During data preprocessing, duplicate entries were removed, different versions of author names were aligned, and incomplete or technically inconsistent metadata was filtered. The final dataset formed after these processing stages was used for bibliometric analysis.

Bibliometric analysis was carried out using the Biblioshiny web interface. The study analyzed the dynamics of publications over time, author and country co-authorship networks, as well as thematic and conceptual structures. For this purpose, co-word analysis, thematic mapping, factorial analysis, and collaboration network analysis methods were used. These methods allowed us to comprehensively describe the evolution of research directions in the field of mathematical literacy, their conceptual organization, and the network structure of international scientific collaboration.

Findings

The bibliometric dataset obtained from the SCOPUS database for the keyword “mathematical” AND “literacy” covers the period 2005–2025 and includes a total of 2,276 scientific publications. These publications were published in 812 different sources (journals, conference proceedings, book chapters, etc.). The average annual growth rate of publications on the topic under study is 12.04%. The average age of the documents is 7.27 years, which indicates that the dataset is dominated by works published in recent years. A total of 5,605 authors are registered, with an average number of authors per publication of 3.07. The number of single-authored works is 474, and the share of international co-authorship is 12.79%. By publication type, scientific articles dominate ($n = 1,363$), followed by conference papers ($n = 528$), book chapters ($n = 195$), and review articles ($n = 61$). The average number of citations per publication is 13.39. In addition, the dataset contains 4,872 units of author keywords and 5,349 terms from Keywords Plus.

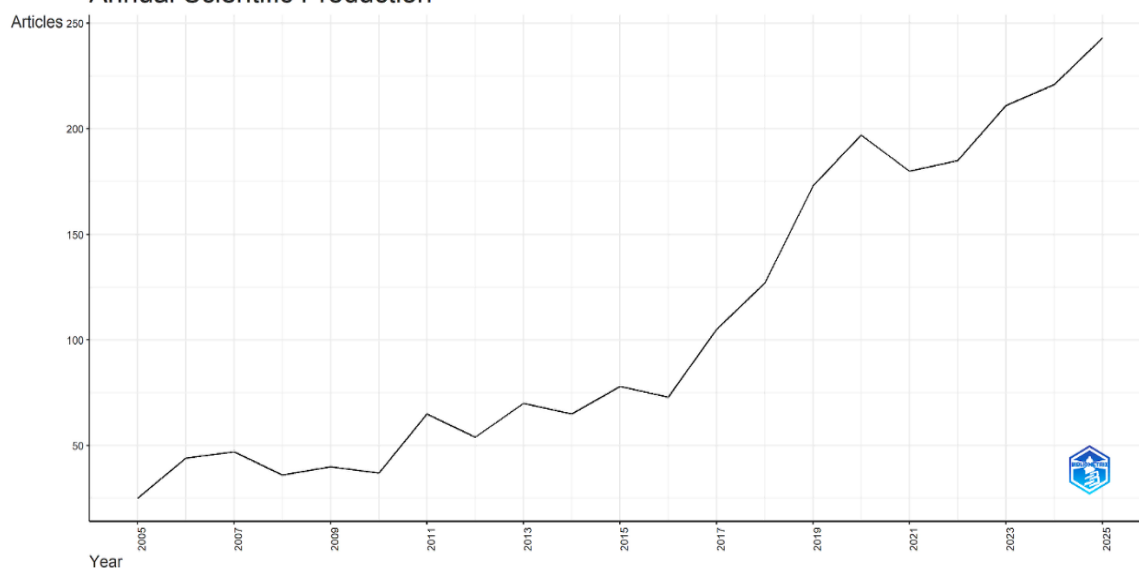
The change in the number of publications on the topic of mathematical literacy in the period from 2005 to 2025 is characterized by uneven, but generally increasing dynamics. In the period from 2005 to 2010, the number of annual publications varied from 25 to 37, remaining at a relatively low level. Since 2011, there has been a gradual increase in the number of publications: in 2011, 65 articles were published, while in 2013 this figure reached 70. In the period from 2015 to 2017, the number of publications fluctuated between 73 and 105, and a period of clear growth began in 2018. In particular, 127 publications were registered in 2018, 173 in 2019, and 197 in 2020. In the period from 2021 to 2023, the number of annual publications remained within 180–211, reaching a peak of 221 in 2024. Although data for 2025 is partially included, 243 publications were registered (Figure 1).

Figure 1

Annual scientific production

Source: Generated by the author through bibliometrix software

Annual Scientific Production

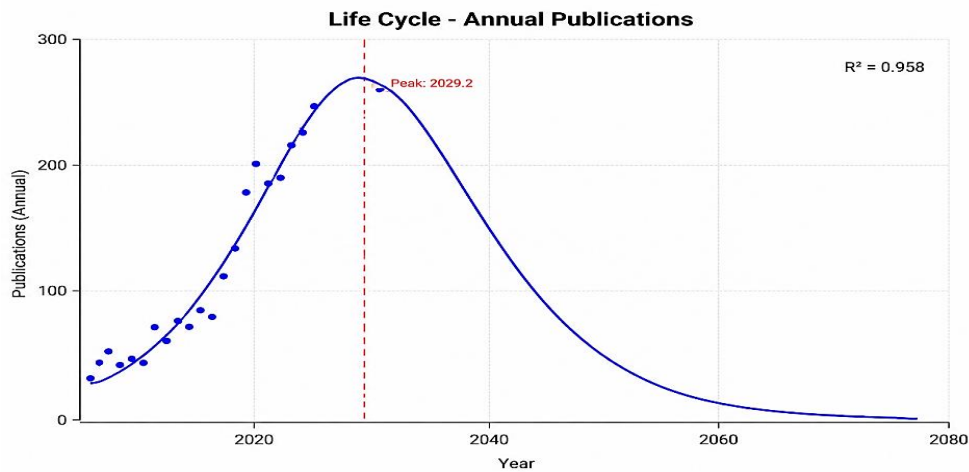
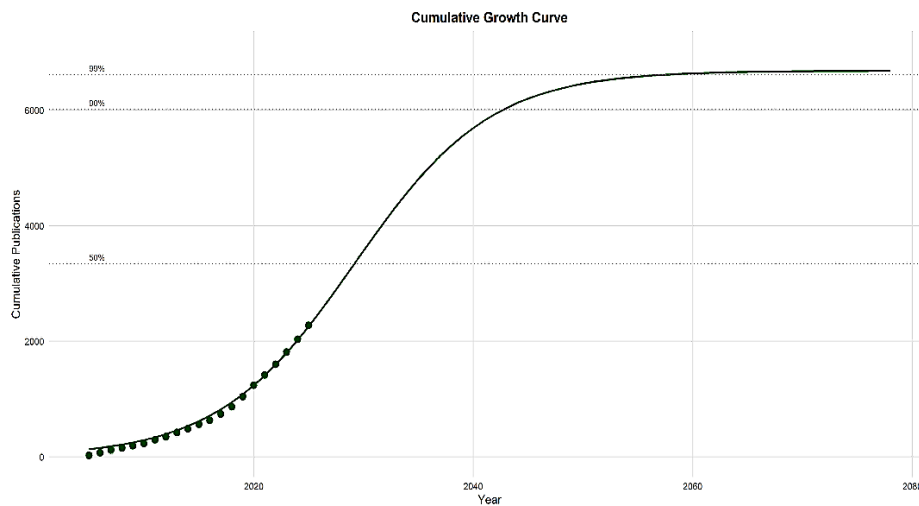


In the analysis of the dynamics of scientific publications by year, annual and cumulative publication data were described using a logistic growth model. The annual number of publications was approximated by a logistic function, and the change in the cumulative number of publications over time was presented as an S-shaped curve. The cumulative growth curve shows the nature of the change in the number of publications over time. According to the parameters of the logistic model, the inflection point is 2029. This point corresponds to the highest value of the growth rate in the model.

The carrying capacity of the accumulated publications based on the model was determined to be 6681.63 documents. This value describes the asymptotic level of the logistic function. The model's fit indicators are characterized by the following values: the coefficient of determination $R^2 = 0.958$, and the root mean square error (RMSE) is 14.53 (Figure 2a). The differences between the observed data and the model curve for annual publications were quantitatively described by these indicators (Figure 2b). The results obtained allow us to describe the process of accumulation of scientific publications over time based on the logistic growth model.

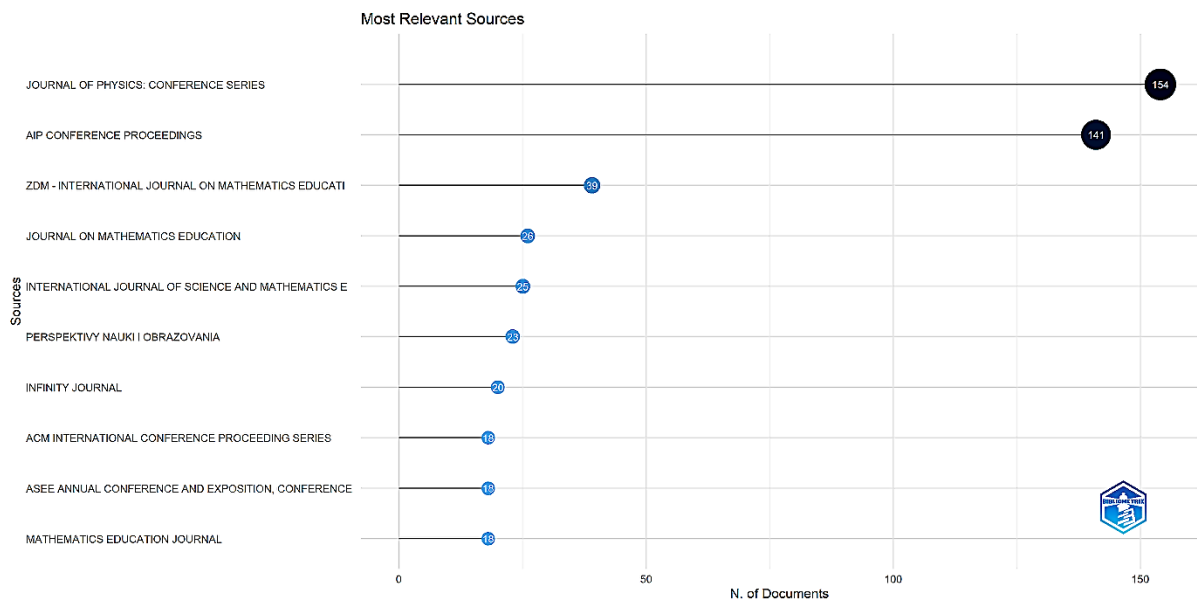
Figure 2a

Life cycle – Annual production

**Figure 2b***Cumulative growth curve**Source: Generated by the author through bibliometrix software*

Publications on the topic of mathematical literacy from the SCOPUS database are concentrated in several main sources. The highest share in terms of the number of publications belongs to the Journal of Physics: Conference Series, where 154 papers were published. This is followed by the AIP Conference Proceedings collection with 141 publications. Among scientific journals, ZDM – International Journal on Mathematics Education published 39 articles, Journal on Mathematics Education 26 articles, and International Journal of Science and Mathematics Education 25 articles. In addition, 23 papers were registered in the journal Perspektivy Nauki i Obrazovania, and 20 papers were registered in Infinity Journal. Among the conference series, 18 publications were identified in each of the ACM International Conference Proceeding Series, ASEE Annual Conference and Exposition, and Mathematics Education Journal (Figure 3).

Figure 3*Top 10 sources on mathematical literacy (2005–2025)**Source: Generated by the author through bibliometrix software*

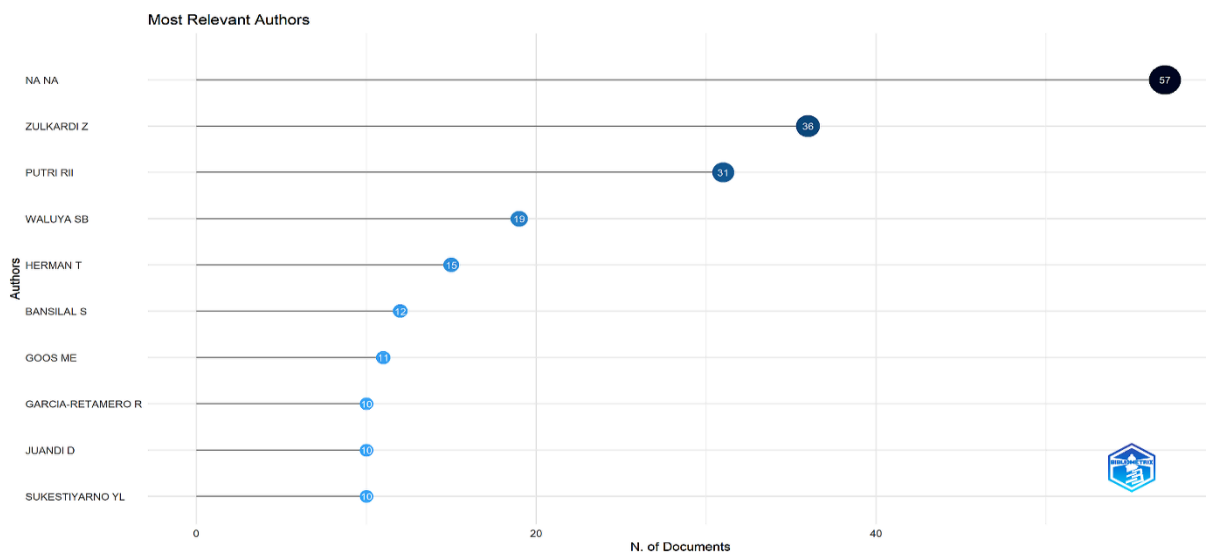


The highest number of publications corresponds to records marked as NA (57 documents), indicating that the dataset contains records with no or non-standardized author names. Among the clearly indicated authors, Zulkardi Z – 36 and Putri RII – 31 publications are in the lead. Waluya SB has 19 and Herman T has 15 documents. Bansilal S – 12, Goos ME – 11 publications are also indicated. Garcia-Retamero R, Juandi D and Sukestiyarno YL have 10 publications each (Figure 4).

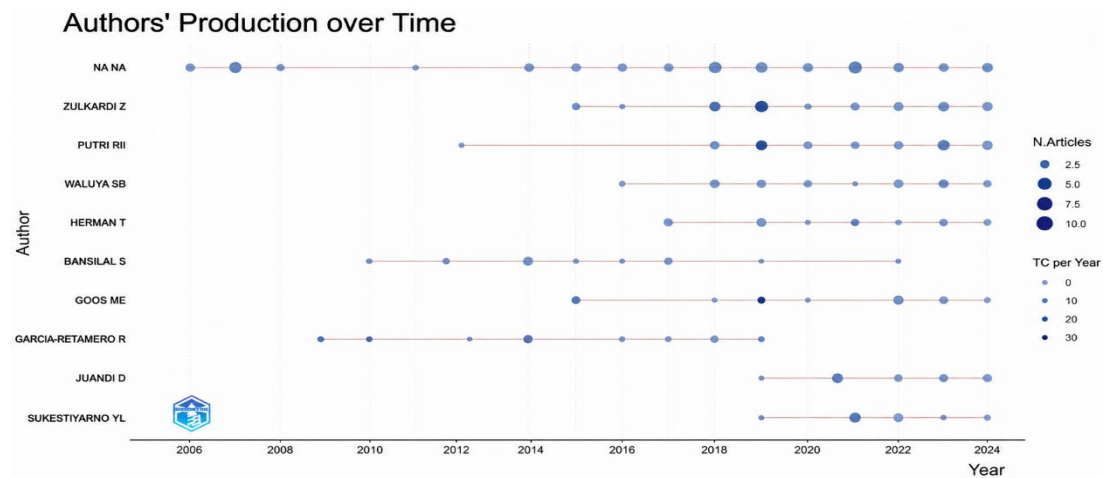
Figure 4

Most relevant authors

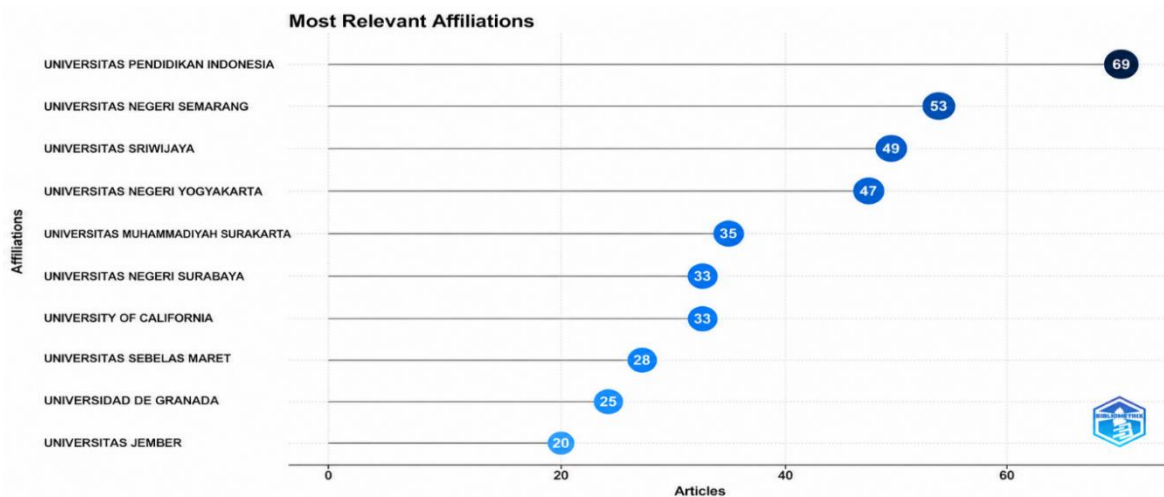
Source: Generated by the author through bibliometrix software



The diagram shows the temporal distribution of the publication activity of the most productive authors for the period 2005–2025. It can be seen that the publications of individual authors are concentrated in certain years and continue in subsequent periods. The works of the authors Zulkardi Z and Putri RII appear regularly since the mid-2010s, and several repeated publications are recorded between 2018–2024. The publications of the authors Waluya SB and Herman T are observed in the period after 2016 and continue uninterruptedly in the following years. The publications of the authors Bansilal S and Goos ME appear from earlier periods and are evenly distributed over time. The works of the author Garcia-Retamero R are recorded between 2010–2018. In recent years, the publications of the authors Juandi D and Sukestiyarno YL mainly correspond to the period after 2019. The size of the dots shown in the diagram indicates the number of publications in a year, and the color saturation indicates the level of the number of citations in that year (Figure 5).

Figure 5*Authors' Production over Time**Source: Generated by the author through bibliometrix software*

The highest number of publications belongs to Universitas Pendidikan Indonesia, where 69 articles are registered. This is followed by Universitas Negeri Semarang – 53 and Universitas Sriwijaya – 49 publications. The affiliation of Universitas Negeri Yogyakarta is 47 documents. Next in line are Universitas Muhammadiyah Surakarta – 35, Universitas Negeri Surabaya – 33 and University of California – 33 publications. In addition, Universitas Sebelas Maret – 28, Universidad de Granada – 25 and Universitas Jember – 20 documents (Figure 6).

Figure 6*Most relevant affiliations**Source: Generated by the author through bibliometrix software*

The highest global citation rate is attributed to Metzger (2007), which received 865 citations. This is followed by Fagerlin (2007) with 769 and Schwendicke (2020) with 751 citations. Lefevre (2009) received 530 citations, and Krajewski (2009) received 384 citations. In addition, Shaffer (2006) received 370 citations, Coecke (2017) received 353 citations, Galesic (2011) received 309 citations, and Puntambekar (2005) received 296 citations. Baumert (2013) received 280 global citations. These papers were published in different years and are characterized by high citation rates (Table 1).

Table 1*Most global cited documents*

Paper	Article Title	Total Citations	TC per Year	Normalized TC
Metzger (2007)	Making sense of credibility on the Web: Models for evaluating online information and recommendations for future research	865	43.25	14.12
Fagerlin et al. (2007)	Measuring numeracy without a math test: Development of the Subjective Numeracy Scale	769	38.45	12.55
Schwendicke et al. (2020)	Artificial Intelligence in Dentistry: Chances and Challenges	751	107.29	47.80
LeFevre et al. (2009)	Pathways to Mathematics: Longitudinal Predictors of Performance	530	29.44	10.31
Krajewski & Schneider (2009)	Exploring the impact of early numerical competencies on mathematics achievement	384	21.33	7.47
Shaffer (2006)	Epistemic frames for epistemic games	370	17.62	14.21
Coecke (2017)	Picturing Quantum Processes	353	35.30	18.63
Galesic & Garcia-Retamero (2011)	Graph literacy: A cross-cultural comparison	309	19.31	13.37
Puntambekar & Kolodner (2005)	Toward implementing distributed scaffolding	296	13.45	11.65
Baumert (2013)	Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers	280	20.00	13.08

Source: Generated by the author through bibliometrix software

The TreeMap chart shows the frequency distribution of Keywords Plus terms used in publications. The highest share in the chart belongs to the NA category (434 records, 9%). The NA label indicates records for which the exact value is not specified in the keywords field, is not standardized, or was not automatically detected when loading data from SCOPUS.

Among the content keywords, the terms students (319), mathematical literacy (304) and human (293) are the most frequently used. In addition, the keywords humans (232), article (226), female (182), literacy (181) and male (179) have a high frequency. The terms mathematics (139), teaching (134), education (130), adult (110), child (108) and mathematics education (102) are widely used in the field of education and mathematics. The keywords health literacy (94), numeracy (97), problem solving (67), curricula (79) and controlled study (78) are registered in the context of applied and interdisciplinary research. Also, terms such as reading (73), learning (59), financial literacy (58), PISA (60), e-learning (48), preschool (48), adolescent (45), and technology (39) appeared with relatively low frequency (Figure 7).

Figure 7

TreeMap

Source: Generated by the author through bibliometrix software

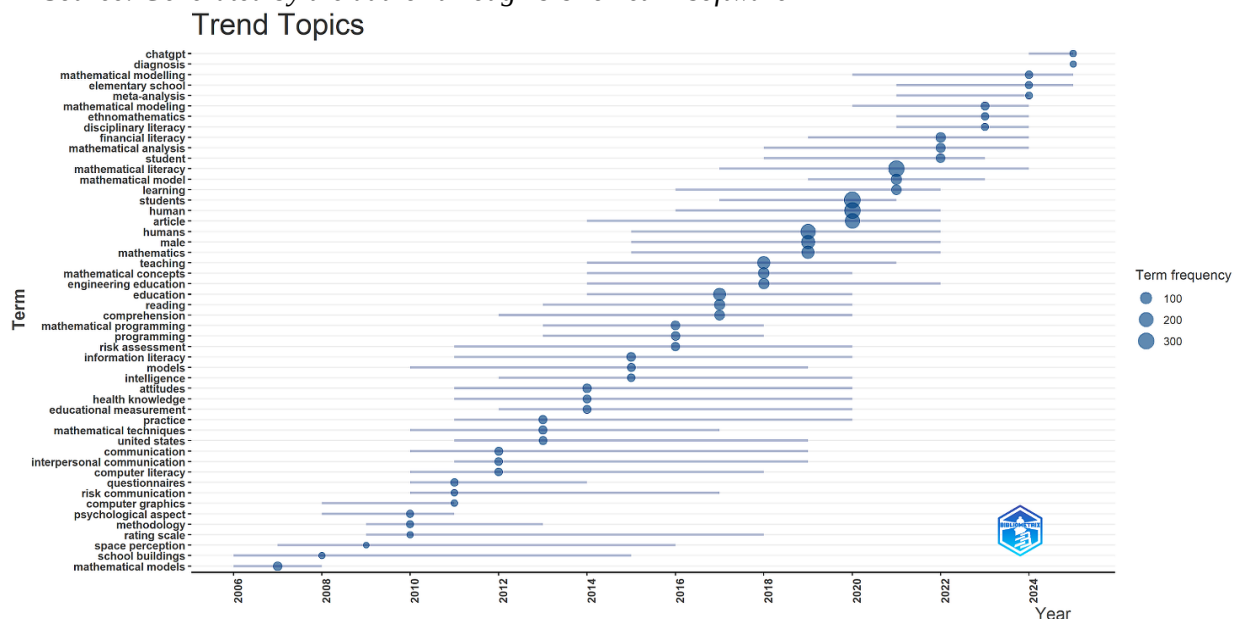


The trend topics chart shows the change in the three main keywords with the highest median frequency in publications from 2006 to 2024. In the early period (2006–2010), general methodological and theoretical terms such as mathematical models, methodology, psychological aspect, space perception were registered as trending topics. In the period from 2011 to 2017, computer literacy, information literacy, programming, health knowledge, as well as education, mathematics, teaching, students, learning, related to the field of education, began to appear in the trending topics. In 2018–2022, the keywords mathematics, education, teaching, students, learning, mathematical literacy and mathematical model were consistently among the annual trending topics. The term meta-analysis was also registered for several years during this period. In 2024, the term ChatGPT was identified among the trending topics for the first time. The data shown in the chart describes the change in keywords over time and the most frequently used topics in each year (Figure 8).

Figure 8

Trend topics

Source: Generated by the author through bibliometrix software

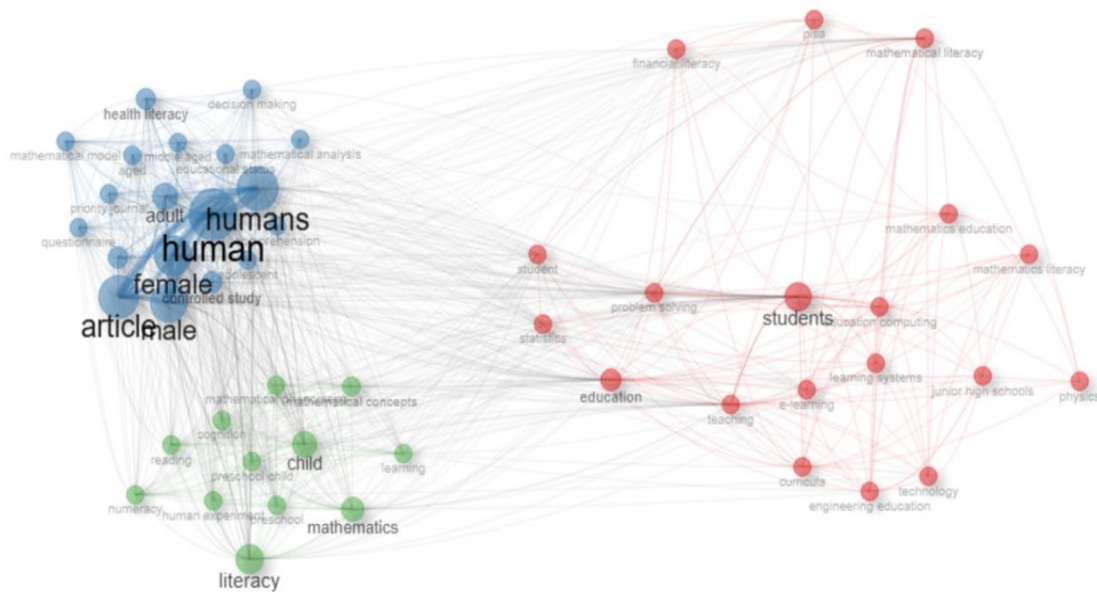


The keyword co-occurrence network shows three thematic clusters. The clusters are marked in a unique color on the network and each consists of keywords that occur together. The first thematic cluster contains the keywords human, humans, female, male, adult, aged, adolescent. This cluster also contains the terms health literacy, decision making, controlled study, questionnaire, mathematical model, and mathematical analysis. The second thematic cluster contains the keywords literacy, mathematics, child, and numeracy. This cluster also contains the terms reading, learning, cognition, preschool child, human experiment, and mathematical concepts. The third thematic cluster contains the keywords students, education, mathematical literacy, mathematics education, and problem solving. This cluster contains the terms teaching, curricula, e-learning, technology, learning systems, engineering education, PISA, statistics, and education computing (Figure 9).

Figure 9

Co-occurrence network

Source: Generated by the author through bibliometrix software

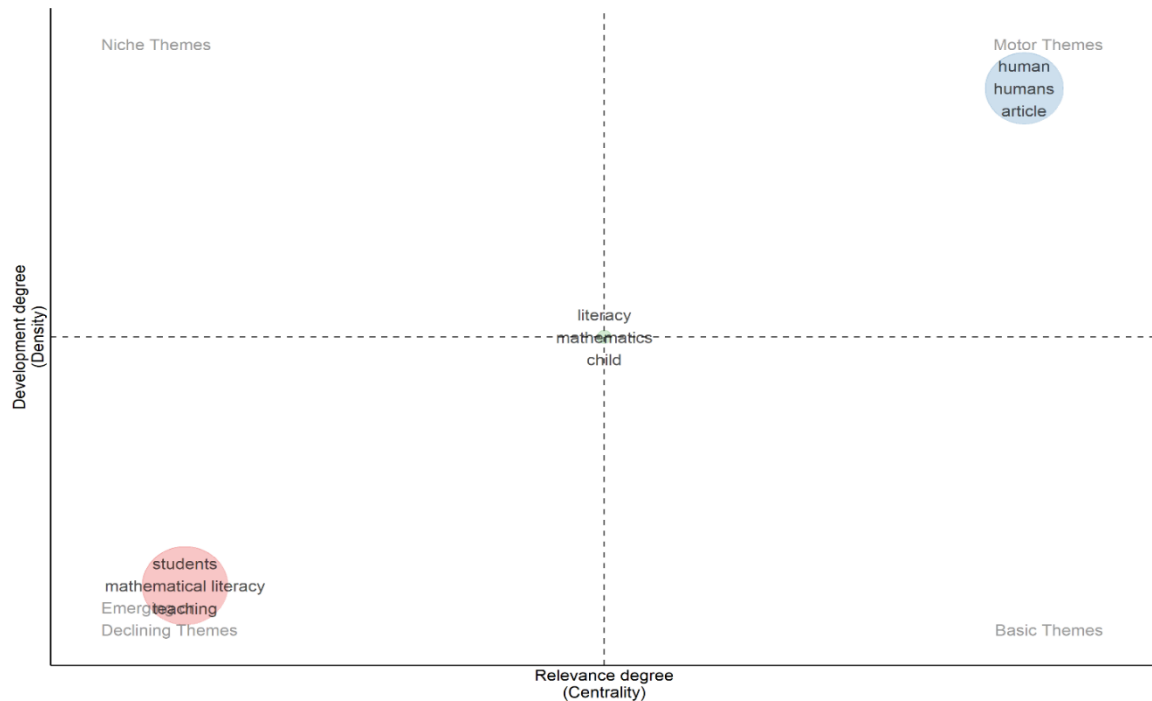


Thematic map shows the co-occurrence structure of keywords and is divided into four themes based on centrality and density. In the high centrality and high density themes, there is a cluster consisting of keywords human – humans – article. This cluster is shown in this region on the map. In the low centrality and low density themes, there is a cluster consisting of keywords students – mathematical literacy – teaching. This cluster is located in the lower left part of the map. In the themes near the center of the map, a small cluster consisting of keywords literacy – mathematics – child is shown. This cluster is located in the theme corresponding to the average values of centrality and density (Figure 10).

Figure 10

Thematic map

Source: Generated by the author through bibliometrix software



As a result of factorial analysis, two main dimensions were identified. The first dimension (Dim 1) explains 89.43% of the total variance, and the second dimension (Dim 2) explains 5.37%. Together, the two dimensions account for the majority of the variation in the co-occurrence structure of keywords.

In Dim 1, keywords related to education and applied literacy (mathematical literacy, education, teaching, problem solving) are located in one region, while terms related to human development and empirical research contexts (child, preschool, adult, health literacy, questionnaire) are concentrated in the opposite region.

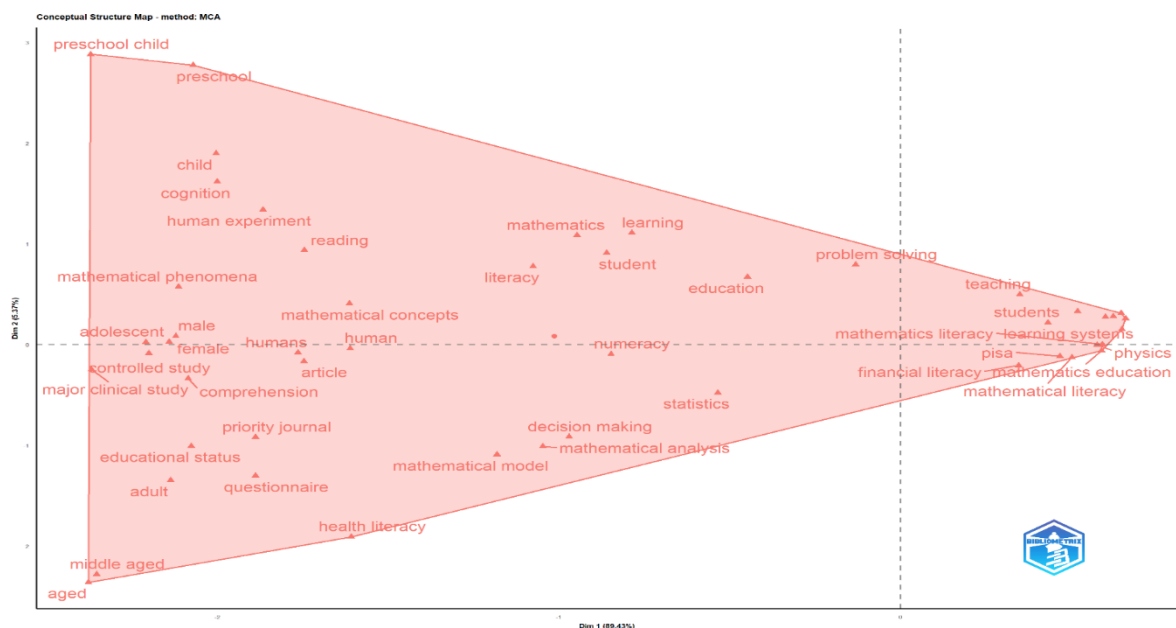
Dim 2 distinguishes between keywords related to early childhood (preschool, child, reading) and terms related to adults and social and health contexts (adult, health literacy, decision making).

The area near the center of the map contains keywords such as numeracy, mathematics, literacy, learning, and statistics, indicating that they occur together in different thematic areas (Figure 11).

Figure 11

Factorial analysis

Source: Generated by the author through bibliometrix software



The countries' collaboration world map shows the geographical distribution of scientific publications based on SCOPUS data and co-authorship relationships between countries. The color saturation of countries indicates the number of publications with at least one author from that country, while lines between countries indicate the presence of international co-authorship.

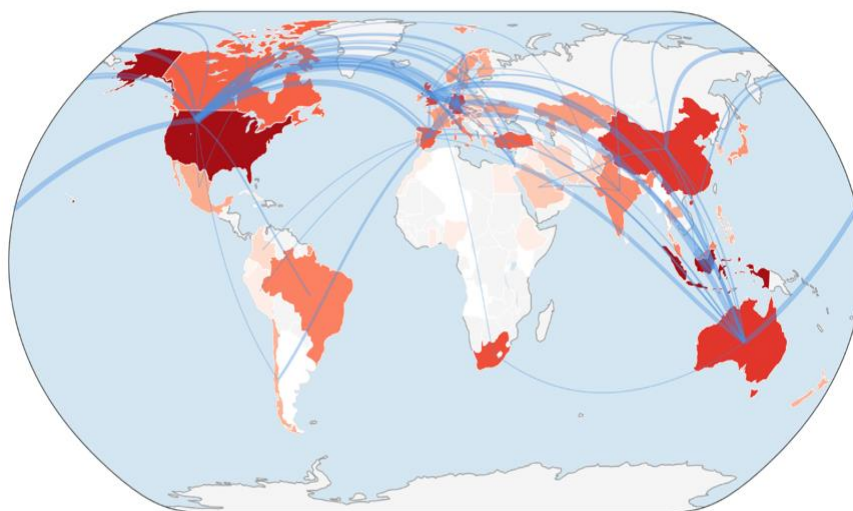
The map clearly shows the US and Canada in North America, the UK, Germany, France, Spain, Italy and the Netherlands in Europe, China, India, Japan and South Korea in Asia, as well as Australia as countries with high scientific productivity. Brazil in South America and South Africa in Africa stand out at the regional level. Some regions show low publication rates.

International networks of collaboration are particularly evident between North America and Western Europe. The United States is connected through collaborative research with many regions, including Europe, Asia, Oceania, and South America. In the Asia-Pacific region, China's collaboration with the United States, Europe, Japan, South Korea, India, and Australia is evident. There are also domestic scientific linkages among European countries (Figure 12).

Figure 12

Countries' collaboration world map

Source: Generated by the author through bibliometrix software



Discussion

The bibliometric analysis conducted shows that between 2005 and 2025, mathematical literacy gradually emerged as an independent scientific direction and later became one of the dominant topics in educational research. The increase in the number of publications over time indicates that mathematical literacy is beginning to be viewed as a comprehensive concept that describes not only the level of subject knowledge, but also the ability of students to apply mathematical knowledge in real-life situations. This understanding is consistent with the statements that describe mathematical literacy as one of the key competencies in the education system (Stacey, 2011).

The logistic nature of the dynamics of the development of publications might indicate that scientific productivity in the field of mathematical literacy goes through a certain development cycle. While the slow growth in the initial period indicates that this concept has not yet been fully established in the scientific community, the rapid growth in recent years indicates that mathematical literacy has become widely accepted in educational practice and scientific research. Such dynamics indicate the need to move from quantitative growth to substantive and methodological depth, that is, in future studies, it might be more relevant to strengthen their theoretical basis than the number of publications.

The results of thematic evolution may indicate that the content of mathematical literacy research has changed over time. While in the early stages, research focused mainly on cognitive and methodological issues, in recent years, education, teaching, the learning process and student achievement have become the main objects of research. This change is explained by the results of

empirical studies that show a close relationship between mathematical literacy and quantitative and cognitive abilities (LeFevre et al., 2009). In addition, the emergence of terms related to digital tools and technologies indicates that mathematical literacy is being reconsidered in the context of modern education and its content is expanding.

Cluster analysis based on the co-occurrence of keywords reveals that mathematical literacy is multifaceted and interdisciplinary. The identification of clusters that cover socio-applied areas, including health care and decision-making contexts, suggests that mathematical literacy is beginning to have applied significance outside the educational sphere. This finding is consistent with previous empirical research that suggests that mathematical literacy, especially the components of understanding and interpreting numerical information, also plays an important role in decision-making contexts outside the educational sphere (Garcia-Retamero & Galesic, 2010).

The results of the thematic map and factor analysis show that mathematical literacy research is organized into several meaningful directions. While the centrality of research focused on educational and applied contexts emphasizes the pedagogical importance of this area, the relatively peripheral location of directions based on human development and empirical approaches suggests that these directions require in-depth research in the future. The concepts located in the center of the factor map are seen as key categories that connect different directions of mathematical literacy research, which indicates that it is formed as both a pedagogical and socio-applied phenomenon.

Overall, this study demonstrates that mathematical literacy has become a research area that has expanded in content and become more structurally complex over the past two decades. The results are substantively consistent with recent review and bibliometric studies on mathematical literacy and complement them from a broader temporal and thematic perspective.

Conclusion

The results of this study allowed us to systematize the existing scientific literature in the field of mathematical literacy from a bibliometric perspective and describe the general picture of the research space. Bibliometric analysis made it possible to identify the dynamics of the development of publications, key sources and influential works, as well as the evolution of research topics. The results obtained showed that scientific research on mathematical literacy has been developing rapidly in recent years.

The study identified key journals, highly cited papers, and active authors in the field of mathematical literacy. This data provides important information that can be used as a theoretical and methodological basis for scholars studying mathematical literacy. In addition, the results of the analysis of publications by country showed that mathematical literacy research is actively developing in some countries, especially Indonesia. The experience of this country can serve as a guide for comparative studies in terms of introducing mathematical literacy into the education system.

The analysis of keywords and thematic structures allowed us to identify research trends and identify promising directions for future research. The results of the study indicate that research in the field of mathematical literacy is expanding in content, covering educational practices and applied contexts in addition to cognitive aspects. These trends can serve as an important guide in choosing research topics in the future.

Since the sources of this study were limited to the Scopus database, the presented bibliometric view was also formed within this database. In future studies, there is a possibility to expand the obtained results by using different combinations of keywords, as well as using alternative databases such as Web of Science, ERIC.

Overall, this study provides a methodological framework aimed at systematizing scientific publications in the field of mathematical literacy, identifying research directions, and providing guidance for future scientific research. The identified research gaps and processes allow for new research in this area and contribute to the development of mathematical literacy.

References

- Adjis, V. A., Wijaya, A., Lagalante, R., & Saputri, M. D. (2025). Research trend of mathematical literacy in mathematics education: A bibliometric analysis from 2011–2024. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 12(7), 216–226. <https://ijmmu.com/index.php/ijmmu/article/view/6861>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Fagerlin, A., Zikmund-Fisher, B. J., Ubel, P. A., Jankovic, A., Derry, H. A., & Smith, D. M. (2007). *Measuring numeracy without a math test: Development of the subjective numeracy scale*. *Medical Decision Making*, 27(5), 672–680. <https://doi.org/10.1177/0272989X07304449>
- Galesic, M., & Garcia-Retamero, R. (2011). Graph literacy: A cross-cultural comparison. *Medical Decision Making*, 31(3), 444–457. <https://doi.org/10.1177/0272989X10373805>
- Garcia-Retamero, R., & Galesic, M. (2010). Who profits from visual aids: Overcoming challenges in people's understanding of risks. *Social Science & Medicine*, 70(7), 1019–1025. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2009.11.031>
- Kappassova, S., Abylkassymova, A., Bulut, U., Zykrina, S., Zhumagulova, Z., & Balta, N. (2025). Mathematical literacy and its influencing factors: A decade of research findings (2015–2024). *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(7), em2671. <https://doi.org/10.29333/ejmste/16615>
- Krajewski, K., & Schneider, W. (2009). Early development of quantity-to-number-word linkage as a precursor of mathematical school achievement and mathematical difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(4), 516–532. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.03.009>
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., & Neubrand, M. (Eds.). (2013). *Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers: Results from the COACTIV Project*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5149-5>
- LeFevre, J. A., Fast, L., Skwarchuk, S. L., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D., & Penner-Wilger, M. (2009). Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Developmental Psychology*, 45(6), 1753–1767. <https://doi.org/10.1037/a0014532>
- Metzger, M. J. (2007). Making sense of credibility on the Web: Models for evaluating online information and recommendations for future research. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(13), 2078–2091. <https://doi.org/10.1002/asi.20672>
- OECD. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science and financial literacy*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- OECD. (2023). *PISA 2022 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science and creative thinking*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of documentation*, 25, 348.
- Puntambekar, S., & Kolodner, J. L. (2005). Toward implementing distributed scaffolding: Helping students learn science from design. *Journal of the Learning Sciences*, 14(2), 185–239. <https://doi.org/10.1002/tea.20048>
- Schwendicke, F. A., Samek, W., & Krois, J. (2020). Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. *Journal of dental research*, 99(7), 769–774. <https://doi.org/10.1177/0022034520915714>
- Shaffer, D. W. (2006). Epistemic frames for epistemic games. *Computers & Education*, 46(3), 223–234. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.003>
- Stacey, K. (2011). The PISA View of Mathematical Literacy in Indonesia. *Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics Education*, 2(2), 95–126.

Акерке Айашова¹, Нурлыбай Мадияров^{1*}, Ахмет Арикан²

¹М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

²Гази университеті, Анкара, Түркия

*e-mail: nurlybay2026@gmail.com

SCOPUS ДЕРЕКТЕР БАЗАСЫ НЕГІЗІНДЕ МАТЕМАТИКАЛЫҚ САУАТТЫЛЫҚ БОЙЫНША ЗЕРТТЕУЛЕРГЕ БИБЛИОМЕТРИЯЛЫҚ ТАЛДАУ (2005–2025)

Аңдатпа. Математикалық сауаттылық қазіргі математикалық білім беру саласындағы ең өзекті зерттеу бағыттарының бірі болып табылады. Мақаланың мақсаты – 2005–2025 жылдар аралығында Scopus деректер базасында индекстелген математикалық сауаттылыққа қатысты ғылыми жарияланымдардың даму үрдістеріне, құрылымына және тақырыптық ерекшеліктеріне библиометриялық талдау жүргізу. Зерттеу деректері “mathematical” және “literacy” кілт сөздері арқылы іріктеліп, жалпы саны 2276 ғылыми еңбек талданды. Деректер BibTeX форматында экспортталып, RStudio бағдарламасында Bibliometrix және Biblioshiny құралдары арқылы өңделді. Талдау нәтижесінде жарияланымдардың уақыт бойынша динамикасы, жетекші авторлар мен дереккөздер, елдер арасындағы ғылыми ынтымақтастық құрылымы, дәйексөздік байланыстар, сондай-ақ математикалық сауаттылық саласындағы негізгі тақырыптық бағыттар мен олардың эволюциясы анықталды. Нәтижелер 2015 жылдан кейін математикалық сауаттылыққа қатысты зерттеулер санының айтарлықтай артқанын көрсетті. Тақырыптық талдау бастапқы кезеңде зерттеулердің когнитивтік және әдістемелік мәселелерге бағытталғанын, ал кейінгі жылдары білім беру практикасына, бағалауға, модельдеуге және қолданбалы контекстерге көбірек назар аударылғанын айқындайды. Жалпы алғанда, бұл зерттеу математикалық сауаттылық саласындағы ұзақ мерзімді даму үрдістеріне кешенді шолу жасап, болашақ зерттеулер үшін өзекті бағыттарды анықтауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: математикалық сауаттылық, математикалық білім беру, библиометриялық талдау, Scopus, PISA

Акерке Айашова¹, Нурлыбай Мадияров^{1}, Ахмет Арикан²*

¹Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

²Университет Гази, Анкара, Турция

*e-mail: nurlybay2026@gmail.com

БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ НА ОСНОВЕ БАЗЫ ДАННЫХ SCOPUS (2005–2025)

Аннотация. Математическая грамотность является одним из наиболее актуальных направлений исследований в области современного математического образования. Цель статьи заключается в проведении библиометрического анализа тенденций развития, структуры и тематических особенностей научных публикаций по математической грамотности, индексируемых в базе данных Scopus за период 2005–2025 гг. Данные исследования были отобраны с использованием ключевых слов «mathematical» и «literacy», всего было проанализировано 2276 научных работ. Данные были экспортированы в формате BibTeX и обработаны в среде RStudio с использованием инструментов Bibliometrix и Biblioshiny. Анализ позволил выявить динамику публикаций во времени, ведущих авторов и источники, особенности научного сотрудничества между странами, структуру цитирования, а также основные тематические направления в области математической грамотности и их эволюцию. Результаты показывают значительный рост числа исследований по математической грамотности после 2015 года. Тематический анализ показывает, что если на начальном этапе исследования были сосредоточены преимущественно на когнитивных и методологических аспектах, то в последующие годы наблюдается усиление внимания к образовательной практике, оцениванию, моделированию и прикладным контекстам. В целом данное исследование предоставляет комплексный обзор долгосрочных тенденций развития

исследований в области математической грамотности и определяет актуальные направления для будущих исследований.

Ключевые слова: математическая грамотность, математическое образование, библиометрический анализ, Scopus, PISA

Received 7 April 2026

IRSTI 14.01.11

DOI: <https://doi.org/10.47344/4cxne315>*Gaukhar Yersultanova^{1*}, Aidos Myrzabek², D.Philip Montgomery³*¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan²SDU University, Kaskelen, Kazakhstan³Nazarbayev University, Astana, Kazakhstan*e-mail: gyersultanova@gmail.com

"I USE IT TO POLISH MY ENGLISH": HOW RESEARCHERS IN KAZAKHSTAN USE AI IN SCHOLARLY WRITING

Abstract. The growing use of artificial intelligence (AI) is transforming academic writing practices in higher education and research, creating an urgent need to understand how young researchers in underexplored contexts conceptualise and use these tools in their research. Addressing the limited qualitative research on AI-assisted research writing in Kazakhstan, this study aims to explore the use of generative AI tools in research writing practices among young researchers and how they position these tools within the research writing process. Using a qualitative design, the study analyses 171 responses to an open-ended question as follows: "Please describe how you use generative AI tools in your research writing." Applying Braun et al.'s six-phase thematic analysis, researchers found that participants used AI for idea generation, literature review, drafting, editing, paraphrasing, translating and clarifying complex concepts, particularly to support participation in English-dominated academic publishing. The survey respondents described AI tools as "an assistant", "editor" and "co-writer", while maintaining that final responsibility remains with the human author. The study highlights the importance of critical AI literacy, institutional guidance, and context-sensitive approaches to responsible AI integration in research writing. These findings have implications for the development of AI-informed academic writing support, policy frameworks, and future pedagogical practices in multilingual and non-Western research contexts.

Keywords: AI tools, research writing, academic writing in Kazakhstan, multilingual scholars, critical AI literacy, internationalisation

Introduction

Research writing is a cornerstone in academia. Thus, this type of writing constitutes a prerequisite for participation in global scholarly communication (Wingate, 2018). Within this rapidly evolving academic landscape, generative AI tools have emerged as powerful tools for supporting research writing, particularly for multilingual scholars working in non-Anglophone contexts. Despite growing global interest in AI-assisted academic writing, little is known about how young researchers in Kazakhstan apply and conceptualise these tools in their research practices, making this an important area for understanding the future of academic literacy, ethical AI integration, and research capacity building in emerging higher education contexts (Bodaubekov et al., 2025; Zheldibayeva, 2025).

Kazakhstan has intensified efforts to internationalise its higher education and research system, placing increasing pressure on young researchers to publish in English-medium and internationally indexed journals (OECD, 2017). The national higher education system of Kazakhstan has undergone significant reforms aimed at aligning research evaluation policies with international standards; these discrepancies are especially apparent. Publications in Scopus- and Web of Science-indexed journals, which serve as key indicators of research quality and academic promotion, are regulated by the Committee for Quality Assurance in Science and Higher Education (CQASHE) under the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (OECD, 2017). These publications are required for obtaining a doctoral degree, for participation in competitive research grants, and for the awarding and conferral of academic titles such as associate professor and professor. Thus, there is a pressure to publish in academia, known as "publish or perish", which is relevant in Kazakhstan.

These policies and regulations were introduced to stimulate and promote global integration and strengthen the international competitiveness of Kazakhstani scholars and universities.

Scholarly writers in non-anglophone contexts encounter persistent structural challenges and barriers, including linguistic bias among reviewers, the dominance of English language publication norms, and the marginalisation of knowledge produced outside Western academic traditions (Curry & Lillis, 2019). The research on the peer-reviewing process demonstrates that manuscripts written in non-standard academic English are often evaluated less favourably, even when the research content is comparable (Politzer-Ahles, 2020). The principles of "standard" English are frequently reflected in editorial and review processes, as shown in *Paltridge's* (2019) analysis of reviewer feedback, which indicates that authors are frequently directed to conform to dominant and Anglophone linguistic norms.

This simultaneously creates substantial challenges for scholars and researchers, including the need to write and publish in English; they also have to meet international publication standards and compete for publication in highly selective journals (Kuzhabekova & Ruby, 2018; Yessirkepov et al., 2015). Additionally, all PhD students are required to publish at least one article before they graduate (OECD, 2017). These requirements encourage scholars to publish in English-language international journals while maintaining national publication platforms (Politzer-Ahles, 2020). Consequently, researchers in Kazakhstan must improve their critical AI literacy, as well as their academic writing skills and research visibility (Kuzhabekova & Ruby, 2018; Yessirkepov et al., 2015). This can often be done via collaboration with international scholars and the active use of digital and AI-supported writing tools.

However, the compulsory nature of English-language publishing may lead researchers to engage with AI tools in ways that differ substantially from patterns observed in Anglophone settings, where AI may serve as a form of linguistic and epistemic mediation, enabling participation in global academia (Hyland, 2016). Understanding how researchers conceptualise and use AI tools in their writing practices is essential for developing context-sensitive pedagogical approaches, institutional policies, and ethical frameworks. Therefore, it is important to explore how researchers at Kazakhstan's higher education institutions describe their use of generative AI tools in research writing and how they conceptualise the role of these tools in the writing process. The study foregrounds the voices of young multilingual researchers and contributes to ongoing debates on human-AI collaboration in academic literacy and on the evolving nature of scholarly writing in the age of AI. This research gap is particularly significant in Kazakhstan, where linguistic barriers continue to shape academic participation, access, and international visibility (Kuzhabekova & Ruby, 2018; Yessirkepov et al., 2015).

The study is guided by the following research question:

RQ1. *How do researchers in Kazakhstan describe their practices and experiences of using generative AI in research writing?*

Conceptual Framework

This study employs a conceptual framework grounded in three interconnected concepts as follows: academic literacy, AI-enabled writing practices, and critical AI literacy. These concepts were selected to explain how researchers in Kazakhstan use and conceptualise generative AI tools for research writing within a multilingual, English-dominated academic environment.

Drawing from the academic literacies tradition (e.g., Lea & Street, 1998), which views literacy as a collection of socially situated practices embedded in institutional norms, power relations, and epistemological traditions, the conceptual framework places academic literacy at the center. According to this viewpoint, critical reading, analytical writing, and the co-construction of disciplinary knowledge within particular cultural and educational contexts are all examples of academic literacy that go beyond language proficiency. In multilingual and non-Anglophone contexts, where language and epistemic disparities influence knowledge generation, this framing is especially pertinent (Lillis & Curry, 2010). In the context of Kazakhstan, academic literacy offers a lens for understanding how researchers engage with AI tools as they navigate the demands of English-medium scholarly communication.

Building on this perspective, the study conceptualises AI-enabled writing practices as forms of human-AI collaboration in which researchers use generative AI tools to support various stages of the writing process, including content creation, structural organisation, and preliminary data analysis. This cooperation is seen as a type of hybrid intelligence in which human and artificial agents share cognitive activities (Wilson & Daugherty, 2018). However, human agency remains crucial, in line with sociocultural and cognitive perspectives on writing (Vygotsky, 1978; Flower & Hayes, 1981). The framework views AI not as an autonomous author but as a mediating tool that supports cognitive and linguistic aspects of scholarly writing while human researchers preserve accountability for epistemic and ethical choices in knowledge production. The researchers work on interpretive synthesis, iterative refinement, and authorial voice construction. This concept directly informs the study's focus on how researchers describe their practical use of AI tools and how they position AI within the writing process.

The third concept, critical AI literacy, acts as a regulating layer around these processes. Emerging research on AI and data literacy (Selwyn, 2019; Holmes et al., 2022) informs this dimension, highlighting researchers' capacity to critically evaluate AI-generated outputs and reflect on the ethical implications of AI use in academic writing. This layer also takes into account more specific ethical issues covered in AI ethics literature (Crawford, 2021), such as epistemic (bias, hallucination, transparency), ethical (accountability and authorship), and socio-economic (inequality and access) issues (Lutz, 2019; Joshi, 2025; Hanief, 2026). Rather than serving as the central focus of the framework, critical AI literacy functions as an interpretive dimension for understanding how participants negotiate responsibility, trust, and ethical decision-making when using AI tools in research writing.

Together, these three interconnected concepts offer an integrated framework for examining AI-mediated research writing practices among young researchers in Kazakhstan. The framework informs the study by guiding the interpretation of participants' descriptions of their use of AI tools, their conceptualisation of the role of AI in scholarly writing, and their negotiation of issues of authorship, responsibility, and academic participation in an increasingly AI-mediated academic environment.

Methods and materials

This research utilises a qualitative methodology to explore participants' experiences through written narratives rather than numerical trends (Cohen et al., 2018). Specifically, we explored how researchers in Kazakhstan describe their use of AI in their research writing and the meaning they attribute to these technologies. The use of open-ended questions is argued to encourage more truthful answers and critical comments, and give respondents a voice (Neuert et al., 2021; Riiskjær et al., 2012; Singer & Couper, 2017). A qualitative research design using an open-ended survey enabled us to collect experience-based data from a large and diverse sample and to gain broader insights into how researchers consider and use AI tools in their research writing (Braun et al., 2021). Although a single open-ended survey question may not offer a deeper exploration of the issue compared to interview data, it allows researchers to identify regular patterns and broader thematic tendencies (Fraser, 2024). To analyse the data, the researchers used NVivo qualitative data analysis software. The current research constitutes the qualitative component of a large-scale quantitative study, which is part of a funded project (Research Grant No. AP27511501) aimed at examining the use, benefits, and challenges of generative AI tools in academia and research.

Data collection

Qualitative data were collected through a single open-ended question that was part of a larger-scale survey distributed via Google Forms. The open-ended survey question encouraged respondents to openly describe their use of AI tools in research, a topic that many researchers may be reluctant to discuss publicly (Bahammam, 2025). The survey was distributed through official emails, social media, and colleagues in different cities, and data collection lasted for one month from January 24, 2026, to February 24, 2026. Immediately after a one-month period, the completed survey was downloaded, and the responses to the open-ended question were extracted and prepared for thematic analysis. This research primarily focuses on the qualitative component of the collected data.

Specifically, the survey included one open-ended question as follows: “Please describe how you use generative AI tools in your research writing.” This specific question encouraged respondents to share their practices, strategies, and perceptions.

Participants and context

Postgraduate students, early-career researchers, and experienced faculty members from various universities in Kazakhstan responded to the open-ended survey question. Out of 288 responses, 171 participants provided additional comments, whereas 117 indicated that they had no further remarks, and it could be seen from the following responses to the open-ended survey question: ‘No’, ‘None’, ‘Nothing’, ‘---’, and ‘I have no other thoughts’. Participants had a mean age of 32.53 years ($SD=11.04$), with ages ranging from 20 to 78 years, indicating a diverse age distribution. However, their work experience was 2.84 years ($SD=1.68$), suggesting that participants are a relatively early-career sample overall. So, the interpretations of this research could be directly related only to early-career researchers (Table 1). Since the purpose of this research was to explore how researchers in Kazakhstan use AI tools in their research writing, other characteristics of respondents, such as gender, regions, and universities, were excluded.

Table 1
Age and Work Experience Descriptive Statistics

Variable	Mean	SD	Min	Max
Age (years)	32.53	11.04	20	78
Work Experience (years)	2.84	1.68	1	5

Data analysis

Collected open-ended survey responses were imported into NVivo (Release 14.24.3) and analysed following Braun et al.’s (2023) six-phase thematic analysis approach. To be specific, at the starting point (Phase 1: Familiarisation), the researcher read the textual data several times and took notes on potentially interesting points, including how respondents describe their actual practices and experiences using AI tools in research writing. This phase allowed the researcher to understand the data rather than to generate new codes. In phase two, which is coding, the researcher coded survey responses line by line in NVivo, taking both deductive and inductive approaches to analyse the data, which is a hybrid approach as noted by Fereday and Muir-Cochrane (2006). Then, in phase three, the researcher clustered similar codes to generate initial themes based on ‘potential patterns of shared meaning’ (Braun et al., 2023, p. 28). This phase enabled the researcher to develop key themes informed by the reviewed literature and the research question. These themes were then revised and developed to confirm they precisely represented the dataset, which is phase four. In phase five, systematically coded data were organised under four main themes, such as ‘General comments on AI tools in research’, ‘Perceived roles of AI tools’, ‘Practical uses’, and ‘Need for training in AI use’. These themes were developed through reviewing, developing or even radically changing them to ensure each theme tells the story (Braun et al., 2023). Finally, in phase six, the researchers named and defined the themes, included illustrative data excerpts with interpretive explanations to show the findings in light of the research question, and reviewed the literature. Two researchers were involved in the data analysis process. Both authors independently reviewed and verified the codes and emerging themes to ensure consistency, credibility and alignment with the data. After comparing and discussing any discrepancies, the researchers reached consensus on the final set of codes and themes.

Ethical considerations

Ethical clearance was sought from the Ethics Committee of Abay Kazakh National Pedagogical University on November 25, 2025, prior to any data collection. This research follows the recognised ethical standards to do research with human respondents, including the principles of voluntary

participation, informed consent, and confidentiality as outlined in the Declaration of Helsinki (World Medical Association, 2013). Respondents encountered an initial consent page in the Google Form survey that clearly explained the research aims, procedures, potential risks, and their right to withdraw at any time with no consequences. They then provided consent by ticking a checkbox to continue responding to the survey. This is consistent with best practices, according to Fowler (2013), because the researchers did not design the survey to collect respondents' personal information. Consequently, this practice enabled the researchers to analyse anonymous data, protecting respondents' privacy and minimising risks, in accordance with Israel and Hay's (2006) recommendations for data collection and management in educational research. All data were stored securely on a password-protected device accessible only to the researchers. After completing data analysis, the researchers securely archived the data. The researchers may share cleaned data upon reasonable request for research purposes.

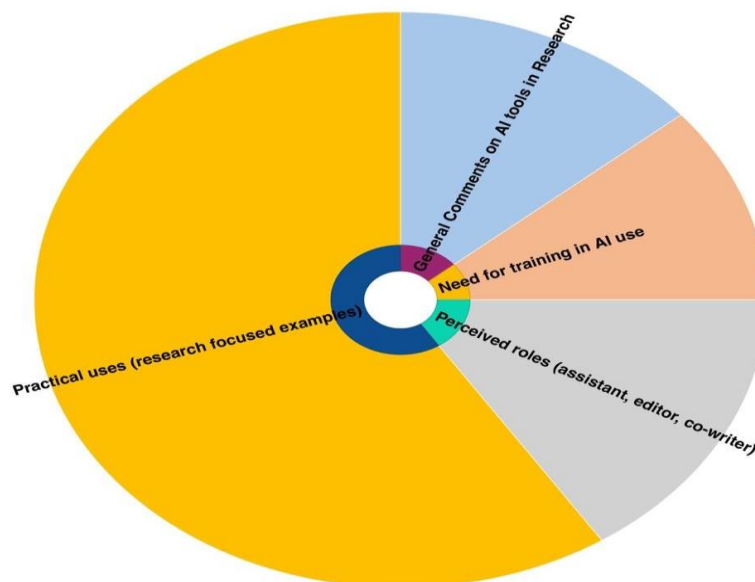
Findings and discussion

Analysing the open-ended survey data revealed four main themes that illustrate how researchers use AI tools in their research activities. Figure 1 shows the following main themes: General Comments on AI Tools in Research, Practical Uses, Perceived Roles, and Need for Training in AI Use. Respondents mainly focused on sharing their practical experiences and describing how they use AI tools in their research activities, whereas reflections on conceptualisation, general reflections on AI in research, and the need for AI-related training received comparatively less attention.

This rich data can reveal how AI tools have been integrated into research writing by emerging scholars and how their views of AI tools' functions in academia have developed. The findings indicate that AI tools are no longer perceived as peripheral or optional. However, AI tools have become embedded in multiple stages of scholarly writing. Interpreted through the perspectives of academic literacy, human-AI collaboration, and critical AI literacy, the findings suggest that AI tools are reshaping how research papers are generated, structured, and communicated, especially in multilingual and non-Anglophone contexts.

Figure 1

Main Themes



General Comments on AI Tools in Research

This section covers general reflections of respondents on the AI tools' roles in research activities. The data show that AI tools have become an integral part of current research processes across various fields, making it hard to avoid using them. As one participant explained, *"AI tools are becoming an essential part of our daily lives, and now it is hard to imagine life without them."* Similarly, another

respondent stated that *“we cannot completely stop using AI, as it is continually being integrated into every field we know.”* Some participants also emphasised that the growing existence of AI reveals broader technological progress in the current digital age. In this regard, AI tools were described as helpful novelties that help individuals navigate new technological realities. One respondent explained that *“AI tools are supportive tools for innovative individuals adapting to the trends of the new era.”* Another participant highlighted that the use of AI has become necessary in today’s information-driven environment and suggested that its functioning should continue to improve. This finding is consistent with other research, which found that integrating AI into research writing has become progressively important, offering solutions to various challenges (Khalifa & Albadawy, 2024).

At the same time, respondents frequently stressed that AI should be understood as a *“supportive tool rather than a substitute for human intellectual work.”* Several participants emphasised that while AI can assist researchers, the final responsibility for decisions should remain with the latter. As one respondent noted, *“It is only an additional tool, not a machine that writes everything for us.”* Likewise, another respondent detailed that *“AI is a helper, but the final decision should still be made by the person.”* This reflects a hybrid model of writing in which AI supports but does not supersede human agency, in line with current ethical guidelines that prohibit recognising AI as an author while allowing its use as a support tool (COPE, 2023; Nature, 2023). Furthermore, AI tools help authors improve clarity, coherence, and logical organisation, enabling researchers to produce more structured and readable texts (Deep and Chen, 2025; Williams, 2025). The findings of the current research regarding their general overview of AI tools are consistent with the previous studies, and these findings support the central assumptions of the conceptual framework, particularly the view that human agency is still considered important (Flower & Hayes, 1981) to interpret and refine outputs.

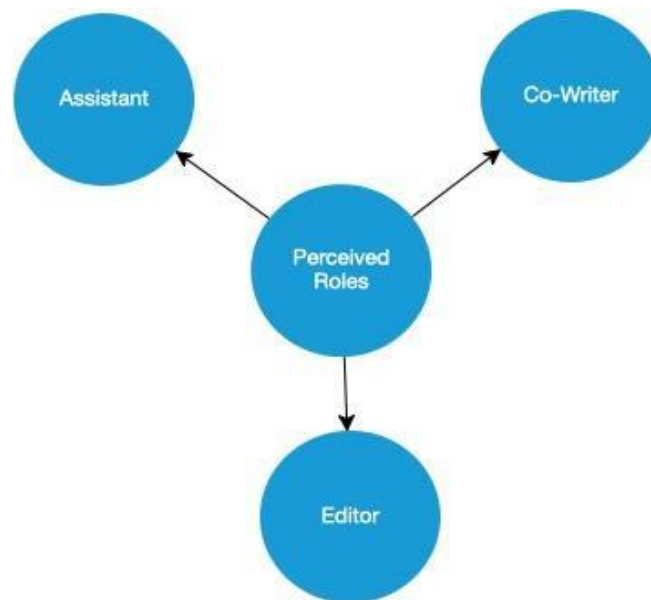
Additionally, another respondent considered AI tools not a *“second brain”* but a *“crutch that makes mental work easier.”* They also warned that excessive reliance on tools might lead to a marked decline in analytical thinking skills. Notwithstanding this concern, most respondents reported positive experiences with AI tools. For instance, one respondent noted that they had a *“positive, productive, and continuously evolving”* experience with AI tools, whereas another participant admitted that AI tools have become a fundamental part of their regular activities in research and academia. However, respondents acknowledged that the overall impact of AI tools depends on how scholars choose to use them. These findings clearly indicate the importance of AI literacy, which may encourage researchers to critically analyse results generated through algorithms (Holmes et al., 2022).

Perceived Roles of AI Tools: Assistant, Editor, Co-Writer

As shown in Figure 2, respondents assigned AI tools distinct roles in their research and academic work, primarily as assistants, editors, or co-writers. This pattern highlights that the commonly described role was that of an assistant, where AI functions as a supportive collaborator rather than a replacement for the researcher. Respondents highlighted that AI assists in generating ideas, structuring content, exploring research opportunities, and elucidating complex topics. For instance, one participant noted, *“I use AI before starting my research work as a supportive tool to understand the essence of the topic,”* while another commented, *“AI is not a full author in this process, but I accept it as an assistant.”* These comments indicate that researchers primarily view AI tools as helpful assistants that improve productivity and proficiency.

Figure 2

Perceived Roles



This aligns with emerging research studies, including Sallam (2023), who claimed that “AI tools could assist with various stages of academic literature reviews and writing process, suggesting that AI is increasingly positioned as a collaborative partner rather than a purely instrumental tool” (p.7). For instance, it could save time during systematic reviews, aid in forming research questions, develop a research protocol, help define the search strategy, come up with inclusion and exclusion criteria or assist with data extraction and data quality assessment (Mahuli et al., 2023). However, it should only be seen as a starting point for the refinement. A study by Sallam (2023) demonstrated ChatGPT’s ability to “extract specific data from chosen articles,” such as “mean values” and “sample sizes,” and advised cautious implementation and human supervision (p. 3). This means AI tools have become an assistant in the research writing process (Khalifa and Albadawy, 2024; Semrl et al., 2023).

The next role emphasised by the respondents was an editor who refines writing, improves clarity, and provides objective feedback to help researchers polish their work. Respondents noted that AI tools can detect issues in logic, consistency, and readability that might be unnoticed by researchers. One respondent remarked: *“When I write any paper, it seems logical to me, but after editing or AI feedback, I understand that it might be complicated to understand.”* These findings confirm the cooperation between humans and AI tools that share cognitive activities (Wilson & Daugherty, 2018). As an “editor”, AI contributes to improving linguistic accuracy, clarity, and coherence, which is particularly valuable for multilingual scholars (Deep and Chen, 2025; Williams, 2025), whereas researchers are responsible for epistemic and ethical issues (Joshi, 2025; Hanief, 2026) and maintain originality of research.

Certain respondents further described AI tools as co-writers, specifically for exploratory or iterative research tasks. In this role, AI tools offer suggestions, recommend analysis methods, and assist with brainstorming, working alongside researchers rather than performing tasks independently. For instance, one participant noted:

When I didn’t know what other analyses could be done, I asked AI about the available data, and it suggested research and analysis methods. I think AI is not a bad thing, but it needs to be used correctly, more as an assistant than as the main productive force.

Another respondent highlighted AI tools’ adaptive capabilities, noting, *“I am particularly impressed by their ability to learn and adapt, offering increasingly relevant assistance,”* suggesting that AI tools can iteratively contribute ideas and insights that can enhance the research process. Together, these excerpts illustrate that researchers perceive AI tools not as a replacement for human intellectual work but as a collaborative partner that supports exploration, decision-making, and the development of research outputs. It is encouraging to compare these findings with those of Khalifa

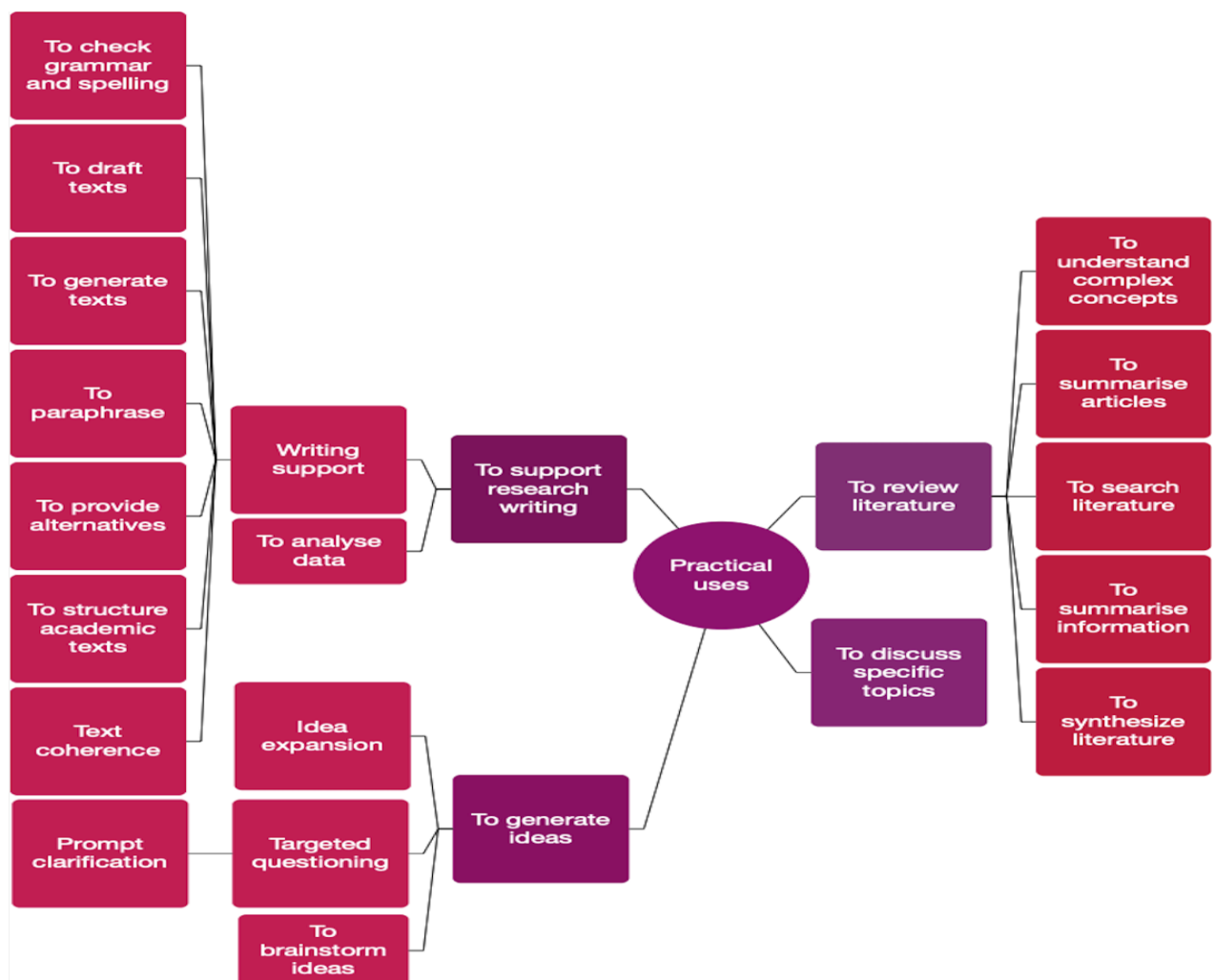
and Albadawy (2024), who noted that as a “co-writer”, AI participates in iterative writing processes by suggesting ideas, proposing structures, and engaging in dialogic interaction with the researcher.

Generally, these findings demonstrate that researchers perceive AI tools as multifaceted tools, with each role serving complementary purposes. As an assistant, AI supports routine and preparatory tasks; as an editor, it improves clarity and coherence; and as a co-writer, it engages in collaborative exploration and idea generation. Across all roles, respondents consistently emphasised that AI tools supplement human effort rather than supersede it, highlighting the significance of human judgment in research and academic practice.

Practical Uses in Research

Turning now to the practical use of AI tools by the respondents, the analysis of the survey shown in Figure 3 below revealed that it can be grouped into four main domains such as generating ideas, which involves brainstorming, expanding ideas, and refining research concepts; reviewing literature, encompassing activities such as drafting, editing, and improving overall text quality; writing support, in which AI tools assists in scanning and summarising related sources; and lastly, discussing specific topics, where AI tools helps to explore new topics, clarify subject matters, and even to enter into a dialogue. These domains indicate the various ways the respondents integrate AI tools into their research practice. These findings contradict Khalifa and Albadawy’s (2024) argument that AI has been progressively integrated into research writing. However, our findings show that researchers apply AI tools vigorously. It may imply that respondents are attempting to accelerate the pace of their research publications.

Figure 3
Practical Uses



Most participants' responses indicate that, particularly in the early stages of their research, AI tools are widely used to generate and develop initial ideas, brainstorm topics, and explore alternative perspectives that might not emerge independently. Additionally, respondents' shared practices suggest that AI tools were used to refine and expand ideas, thereby clarifying research directions and structuring preliminary concepts. This process frequently appeared iterative, with respondents critically evaluating, modifying, and adapting suggestions generated by AI tools rather than accepting them uncritically. For instance, one respondent noted that they "*ask for ideas and then modify them independently,*" and this highlights the active role of the researchers in determining the outputs. Another respondent underlined that even when AI tools provide inaccurate information, "*the process of checking it can still lead to interesting ideas,*" suggesting that AI tools can implicitly stimulate creativity.

These key findings show the predominant influence of AI in research, and its use is favourable, as it "speeds up" research progress (Srivastava & Agarwal, 2024), especially for multilingual scholars (Deep and Chen, 2025). However, it should serve as a supporting tool (Hanief, 2026), and researchers should deepen their knowledge of prompting, as it is considered a "bridge" between researchers and AI tools (Bansal, 2024, p. 15). Several respondents supported this argument, explicitly highlighting that "it is necessary to clearly and precisely formulate the question you need" and "before seeking information, it is important to clearly define the task description," whereas another respondent noted that "sometimes, due to an incorrect request, it can give a completely wrong answer." Likewise, requesting that AI tools respond "as a scholar or researcher" increases the likelihood of obtaining precise answers, as one participant noted.

The next domain revealed was the literature review process. Respondents extensively use generative AI tools for their literature review, specifically in searching, summarising, and synthesising academic sources. Certain respondents reported that they "*use AI tools to search for specific research articles and books relevant to their research topics.*" In addition to searching, respondents frequently relied on AI tools to summarise research articles, including extracting key aspects such as the main idea, research questions, methodology, and findings. As an example, one respondent stated, "*uploading a PDF and obtaining a structured analysis of the article's core components is convenient,*" whereas another respondent highlighted that they use AI tools "*primarily for generating ideas and summarising articles.*" One can see from these findings that AI tools are progressively embedded in researchers' roadmaps for speedy (Srivastava & Agarwal, 2024) information processing and preliminary engagement with research texts. Here, it is important to note that certain participants seem to become AI literate (Selwyne, 2019), but the extent to which they critically check algorithmic results generated by AI tools (Crawford, 2021) remains unclear.

Moreover, respondents described AI tools as useful for generating concise overviews of specific topics and for integrating information from various sources, thereby supporting the development of a coherent understanding of the research background. Respondents emphasised AI tools' role in "*synthesising information*" and "*understanding complex concepts,*" both of which are important for reviewing the literature effectively. Regarding the latter, respondents highlighted AI tools' ability to break down complex or technical material into simpler explanations, making them especially valuable for interdisciplinary research and for engaging with lesser-known fields. For instance, one respondent stated that AI tools "*explain well what I don't understand,*" whereas another noted its usefulness in "*clarifying complex concepts*" and "*structuring ideas.*" These findings show that AI tools are not only increasing the speed and productivity of reviewing literature but also enabling scholars to delve deeper into complex concepts in scholarly publications (Vihari & Kaur, 2024).

Findings further reveal that participants use generative AI tools to support their academic writing, primarily to improve language quality and coherence (Figure 3). Most respondents reported that they rely on AI tools to check grammar and spelling and to enhance the coherence and clarity of general text. As an example, one respondent stated that "*AI tools are mostly used to check grammar or spelling, as well as coherence,*" whereas another noted that they use AI tools to "*improve the clarity of my work.*" In non-Anglophone contexts, where using English is a substantial effort, critical reading and analytical writing are challenging. In this respect, AI tools can assist scholars who use

English as a foreign language in improving clarity and coherence in their research articles (Srivastava, 2024) and in constructing and delivering disciplinary knowledge (Lillis & Curry, 2010). Participants frequently reported using AI to improve grammar, enhance clarity, and align their writing with international standards. This reflects broader structural inequalities in global academia, where access to publication is often mediated by proficiency in academic English (Politzer-Ahles, 2020; Hyland, 2016; Curry & Lillis, 2019).

Although the effectiveness and algorithm of AI tools to paraphrase extensive and complicated sentences may leave scholars susceptible to unintended plagiarism and imprecise paraphrasing (Fitria, 2025), the majority of respondents highlighted the use of AI tools for paraphrasing sentences, with one mentioning that they *“use it to paraphrase sentences.”* Another respondent explained that if they decide to include certain viewpoints in their research, they *“use them through paraphrasing.”* Overall, these findings position AI tools as a valued writing assistant that assists with both micro-level linguistic advances and macro-level organisation of academic texts, while highlighting the significance of critical and ethical use. However, it is imperative to revise the output because human agency is crucial within the sociocultural and cognitive frameworks of writing (Vygotsky, 1978).

Consistent with prior research, AI tools appear to be particularly beneficial for non-native English-speaking scholars, who rely more heavily on these tools to improve readability and linguistic accuracy (Xu, 2025). Xu (2025) claims that *“AI tool preferences differ between native and non-native speakers”* (p.4). Non-native speakers show higher Grammarly usage, reflecting their greater need for language accuracy, while AI feedback helps narrow the writing gap between the two groups. According to Xu (2025), for non-native English-speaking researchers, *“AI tools also support translation and literature access”* (p. 5-6). International groups rely more heavily on such tools to address cross-language communication challenges, with unified writing styles reducing the costs of language differences in scholarly work (Semrl et al., 2023; Xu, 2025). In this context, AI serves as linguistic support, enabling researchers to participate more effectively in global academic discourse. According to survey results, research writers use AI to improve the quality of their manuscripts, saying, *“I use it to polish my English”*.

One can also see from the findings that generative AI tools serve as a platform for discussing specific research topics, especially when opportunities for peer discussion are limited (Figure 3). For instance, one respondent noted that because their research topics may not interest everyone, they use AI as *“a good tool for sharing and discussing ideas.”* In this way, AI tools can support scholarly engagement by imitating discussion and providing immediate advice, particularly in situations where cooperative exchanges with peers or colleagues may not always be available.

Need for training in AI use

Finally, one can emphasise the importance of training to use AI tools effectively and responsibly in the context of research. Some respondents highlighted the necessity of formal training and professional development programmes for both students and faculty, noting that systematic guidance would enhance competence and confidence in applying AI tools. For instance, one respondent stated, *“there should be courses for students and teachers concerning AI tools usage,”* whereas another highlighted that *“providing training for professors and lecturers on using AI effectively is important.”* Moreover, some respondents expressed interest in learning to use AI tools professionally and ethically, with one stating, *“I would like to get a better understanding of how AI can be used ethically because some assignments are really time-consuming.”* It is evident that while higher education institutions accept and prioritise the integration of AI tools through implementing new guiding frameworks, Srivastava et al. (2024) argue that transforming into an *“AI-powered culture”* is achieved through establishing training projects at all levels of education. Public awareness, skills, and approaches towards AI can be upgraded through these training initiatives (p. 225). Inconsistent practices without training and guidelines can damage academic reputation (Liang et al., 2024).

The findings of this research confirm this argument. For instance, one respondent shared their positive experiences with the training they received, such as the Lerna AI course, stating, *“very useful; it teaches correct use of AI, and if all university staff took this course, it would be highly beneficial.”*

Other respondents called for clear guidelines to support both academic and research work, emphasising the importance of maximising faculty use of AI tools while maintaining ethical and responsible use.

Together, these findings provide important insights into how AI tools have become integral to the research writing process among emerging scholars in Kazakhstan. Moreover, providing professional training on the effective use of AI tools was mentioned as necessary and important. This section has described the four main domains revealed from the open-ended survey question. The four main domains are as follows: General Comments on AI tools in Research, Practical uses, Perceived Roles, and Need for Training in AI Use.

Conclusion

This study contributes to the growing body of knowledge on the use of AI tools in academic and research contexts by providing an empirically grounded understanding of how researchers employ AI tools throughout their research practice. This study demonstrates that AI has quickly become an integral part of the Kazakhstani research landscape, and it is used not only as a writing aid but also as multifaceted research support for literature review, idea generation, research writing, data analysis, and topic exploration. The findings further reveal that researchers position AI tools alternately as assistants, editors, and sometimes co-authors, while retaining final authority of the text. By identifying these interconnected practical uses, the study extends current knowledge of the diverse roles of AI tools in supporting scholarly work and highlights the growing presence within Kazakhstan's research ecosystem.

AI plays a particularly important role for multilingual researchers seeking to publish in English-language journals. Nevertheless, concerns about over-reliance and ethical use warrant robust critical engagement. Based on empirical evidence, this research concludes that as higher education institutions increasingly integrate AI into academic writing pedagogy, it is essential to develop clear guidelines and provide high-quality training to support the responsible, strategic, and ethical use of AI by scholars. This is particularly important because, as Srivasta et al. (2024) argue, creating an AI-informed research environment requires systematic training at all levels of education.

In terms of pedagogical and policy implications, this study offers three key implications for the integration and use of AI in higher education and research. First, it suggests that adopting integrative approaches to AI in higher education teaching can be advantageous, so long as critical literacy and responsible use are equally promoted. Second, it calls for clear national guidelines within research assessment systems, especially considering the role of indexed publications in career advancement (OECD, 2017). Third, the study highlights the importance of further exploring multilingual contexts similar to Kazakhstan, which are underrepresented in the literature. Lastly, the findings may inform the development of institutional and national policies that support responsible AI adoption in higher education and research while ensuring alignment with academic integrity standards and international publishing expectations.

Overall, the study argues that generative AI tools are not simply passive tools, but they actively shape how writing happens by influencing, supporting, and transforming the process among young scholars in Kazakhstan. This research, therefore, highlights the need to strengthen critical AI literacy and develop clear institutional and policy frameworks to support responsible and productive human-AI collaboration in research writing.

Limitations

The current research draws on qualitative data collected through a single open-ended survey question, which may have limited the depth and elaboration of respondents' answers. While this approach enabled the collection of initial insights into researchers' experiences and conceptualisations of generative AI use in research writing, it does not allow for in-depth exploration of individual practices or contextual nuances. Future research could build on these findings by employing in-depth qualitative methods such as semi-structured interviews, focus groups, or longitudinal designs to gain a more detailed understanding of how researchers integrate AI tools into

their writing practices over time. Additionally, comparative studies across different institutional and national contexts could further extend understanding of how policy environments, language backgrounds, and disciplinary differences shape AI-mediated academic writing practices.

Acknowledgements

This research has been funded by the Committee for Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, IRN AP27511501 “Improving Scholarly writing in Language education: critical Literacy Related to AI-assisted academic Publishing in Kazakhstan”

References

- BaHammam, A. (2025). The Transparency Paradox: Why Researchers Avoid Disclosing AI assistance in Scientific Writing. *Nature and Science of Sleep*, 17, 2569–2574.
<https://doi.org/10.2147/nss.s568375>
- Bansal, P. (2024). Prompt engineering importance and applicability with generative AI. *Journal of Computer and Communications*, 12(10), 14-23.
- Braun, V., Clarke, V., Boulton, E., Davey, L., & McEvoy, C. (2021). The Online Survey as a Qualitative Research Tool. *International Journal of Social Research Methodology*, 24(6), 641–654. <https://doi.org/10.1080/13645579.2020.1805550>
- Braun, V., Clarke, V., Hayfield, N., Davey, L., & Jenkinson, E. (2023). Doing Reflexive Thematic Analysis. In Bager-Charleson, S., & McBeath, A. (Eds.). (2022). *Supporting Research in Counselling and Psychotherapy: Qualitative, Quantitative, and Mixed-Methods Research*. (pp. 19-38). Palgrave Macmillan.
- Bodaubekov, A., Agaidarova, S., Zhussipbek, T., Gaipov, D., & Balta, N. (2025). Leveraging AI to Enhance Writing Skills of Senior TFL Students in Kazakhstan: A Case Study Using "Write & Improve". *Contemporary Educational Technology*, 17(1). Ep548.
<https://doi.org/10.30935/cedtech/15687>
- Canagarajah, A. S. (2002). *A Geopolitics of Academic Writing*. University of Pittsburgh Press.
- Crawford, K. (2021). Time to regulate AI that interprets human emotions. *Nature*, 592(7853), 167
- Cohen, L., Manion, L., and Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education*. Routledge. London.
- Curry, M. J., & Lillis, T. (2019). Unpacking the Lore on Multilingual Scholars Publishing in English: A Discussion Paper. *Publications*, 7(2), 1–14.
<https://doi.org/10.3390/publications7020027>
- Curry, M. J., & Lillis, T. (2015). The Dominance of English in Global Scholarly Publishing. *International Higher Education*, 46, 6–7. <https://doi.org/10.6017/ihe.2007.46.7948>
- Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E. L., Jeyaraj, A., Kar, A. K., Baabdullah, A. M., Koohang, A., Raghavan, V., Ahuja, M., Albanna, H., Albashrawi, M. A., Al-Busaidi, A. S., Balakrishnan, J., Barlette, Y., Basu, S., Bose, I., Brooks, L., Buhalis, D., . . . Wright, R. (2023). Opinion Paper: “So What if ChatGPT Wrote It?” Multidisciplinary Perspectives on Opportunities, Challenges and Implications of Generative Conversational AI for Research, Practice and Policy. *International Journal of Information Management*, 71, 1–63.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>
- Deep, P. D., & Chen, Y. (2025). The Role of AI in Academic Writing: Impacts on Writing Skills, Critical Thinking, and Integrity in Higher Education. *Societies*, 15(9), 1–19.
<https://doi.org/10.3390/soc15090247>
- Fereday, J., & Muir-Cochrane, E. (2006). Demonstrating Rigour Using Thematic Analysis: A Hybrid Approach of Inductive and Deductive Coding and Theme Development. *International Journal of Qualitative Methods*, 5(1), 80–92. <https://doi.org/10.1177/160940690600500107>
- Fitria, T. N. (2025). The Use of AI Paraphrasing Tools in Academic Writing: A Qualitative Case Study. *International Journal of English Learning and Applied Linguistics (IJELAL)*, 5(2), 90-107.

- Flower, L., & Hayes, J. R. (1981). A Cognitive Process Theory of Writing. *College Composition and Communication*, 32(4), 365–387.
- Fowler Jr, F. J. (2013). *Survey Research Methods*. Sage Publications.
- Fraser, G. (2024). Open-Ended Survey Questions. In J. E. Edlund & A. L. Nichols (Eds.), *The Cambridge Handbook of Research Methods and Statistics for the Social and Behavioral Sciences: Volume 2: Performing Research* (pp. 547–570). Cambridge University Press.
- Hanief, Y. N. (2026). Integrity in the Age of AI: Navigating Authorship, Accountability and Ethical Publishing. *Physical Education and Sports: Studies and Research*, 5(1), 106-112.
- Hayes, J. R., & Flower, L. (1981). *Uncovering Cognitive Processes in Writing: An Introduction to Protocol Analysis*. ERIC Clearinghouse
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., ... & Koedinger, K. R. (2022). Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(3), 504-526.
- Hyland, K. (2016). Academic Publishing and the Myth of Linguistic Injustice. *Journal of Second Language Writing*, 31, 58–69. <https://doi.org/10.1016/j.jslw.2016.01.005>
- Hyland, K. (2022). English for Specific Purposes: What is It and Where is It Taking Us? *ESP Today*, 10(2), 202–220. <https://doi.org/10.18485/esptoday.2022.10.2.1>
- Ingley, S. J., & Pack, A. (2023). Leveraging AI Tools to Develop the Writer Rather than the Writing. *Trends in Ecology & Evolution*, 38(9), 785–787. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.05.007>
- Israel, M., & Hay, I. (2006). *Research ethics for social scientists*. Sage.
- Joshi, S. (2025). Comprehensive Review of AI Hallucinations: Impacts and Mitigation Strategies for Financial and Business Applications. *International Journal of Computer Applications Technology and Research*, Vol. 14(6), 38 - 50.
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., . . . Kasneci, G. (2023). ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Kuzhabekova, A., & Ruby, A. (2018). Raising Research Productivity in a Post-Soviet Higher Education System: A Case from Central Asia. *European Education*, 50(3), 266–282. <https://doi.org/10.1080/10564934.2018.1444942>
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press.
- Lea, M. R., & Street, B. V. (1998). Student Writing in Higher Education: An Academic Literacies Approach. *Studies in Higher Education*, 23(2), 157-172.
- Liang, C., Le, T., Ham, Y., Mantha, B. R., Cheng, M. H., & Lin, J. J. (2024). Ethics of Artificial Intelligence and Robotics in the Architecture, Engineering, and Construction Industry. *Automation in Construction*, 162, 105369. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105369>
- Lillis, T., & Curry, M. J. (2010). *Professional Academic Writing in Global Context*. Routledge.
- Lutz, C. (2019). Digital Inequalities in the Age of Artificial Intelligence and Big Data. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 1(2), 141-148. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/hbe2.140>
- Neuert, C., Meitinger, K., Behr, D., & Schonlau, M. (2021). The Use of Open-Ended Questions in Surveys. *Methods, Data, Analyses: A Journal for Quantitative Methods and Survey Methodology*, 15(1), 3-6.
- OECD. (2017). *Higher education in Kazakhstan 2017*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264268531-en>
- Paltridge, B. (2017). *The discourse of peer review. Reviewing submissions to academic journals*. London: Palgrave Macmillan.

- Politzer-Ahles, S., Girolamo, T., & Ghali, S. (2020). Preliminary Evidence of Linguistic Bias in Academic Reviewing. *Journal of English for Academic Purposes*, 47, 100895.
<https://doi.org/10.1016/j.jeap.2020.100895>
- Riiskjær, E., Ammentorp, J., & Kofoed, P. E. (2012). The Value of Open-Ended Questions in Surveys on Patient Experience: Number of Comments and Perceived Usefulness from a Hospital Perspective. *International Journal for Quality in Health Care*, 24(5), 509-516.
- Sallam, M. (2023). ChatGPT Utility in Healthcare Education, Research, and Practice: Systematic Review on the Promising Perspectives and Valid Concerns. *Healthcare*, 11(6), 887.
<https://doi.org/10.3390/healthcare11060887>
- Selwyn, N. (2019). *Should Robots Replace Teachers?: AI and the Future of Education*. John Wiley & Sons.
- Semrl, N., Feigl, S., Taumberger, N., Bracic, T., Fluhr, H., Blockeel, C., & Kollmann, M. (2023). AI Language Models in Human Reproduction Research: Exploring ChatGPT's Potential to Assist Academic Writing. *Human Reproduction*, 38(12), 2281-2288.
<https://doi.org/10.1093/humrep/dead207>
- Singer, E., & Couper, M. P. (2017). Some Methodological Uses of Responses to Open Questions and Other Verbatim Comments in Quantitative Surveys. *Methods, data, analyses*, 11(2), 115-134.
- Srivastava, A. P. (2024). AI-Powered Data Collection and Analysis. In Srivastava & Agarwal (Eds.). (2024). *Utilizing AI Tools in Academic Research Writing* (pp. 114-140). IGI Global Scientific Publishing.
- Srivastava, A. P., & Agarwal, S. (Eds.). (2024). *Utilizing AI tools in academic research writing*. IGI Global.
- Srivastava, S., Bajpai, A., & Gbobaniyi, O. (2024). AI in Research: Challenges and Future Directions. In Srivastava & Agarwal (Eds.). (2024). *Utilizing AI Tools in Academic Research Writing* (pp. 216-231). IGI Global Scientific Publishing.
- Vihari, N. S., & Kaur, A. (2024). The Role of Generative AI-assisted Literature Reviews in Transforming Academic Research. In Srivastava & Agarwal (Eds.). (2024). *Utilizing AI Tools in Academic Research Writing* (pp. 77-87). IGI Global Scientific Publishing.
- Vygotski, L. S. (1978). *Mind in Society: Development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wallace, D., Cesar, G., & Hedberg, E. C. (2018). The Effect of Survey Mode on Socially Undesirable Responses to Open-Ended Questions: A Mixed Methods Approach. *Field Methods*, 30(2), 105-123.
- Wilson, H. J., & Daugherty, P. R. (2018). Collaborative Intelligence: Humans and AI are Joining Forces. *Harvard business review*, 96(4), 114-123.
- Wingate, U. (2016). Academic Literacy Across the Curriculum: Towards a Collaborative Instructional Approach. *Language Teaching*, 51(3), 349-364.
<https://doi.org/10.1017/s0261444816000264>
- Xu, Z. (2025). Beyond English hegemony. *Proceedings of the ALISE Annual Conference*.
<https://doi.org/10.21900/j.alise.2025.2050>
- Yessirkepov, M., Nurmashiev, B., & Anartayeva, M. (2015). A Scopus-Based Analysis of Publication Activity in Kazakhstan from 2010 to 2015: Positive Trends, Concerns, and Possible Solutions. *Journal of Korean Medical Science*, 30(12), 1915.
<https://doi.org/10.3346/jkms.2015.30.12.1915>
- Yakhontova, T. (2019). "The Authors have Wasted Their Time. . .": Genre Features and Language of Anonymous Peer Reviews. *Topics in Linguistics*, 20(2), 67-89.
<https://doi.org/10.2478/topling-2019-0010>
- Zheldibayeva, R. (2025). The impact of AI and Peer Feedback on Research Writing Skills: A Study Using the CGScholar Platform Among Kazakhstani Scholars. *Scientific Journal of Astana IT University*. 21(1), 186-195.

Гаухар Ерсултанова^{1*}, Айдос Мырзабек², Д. Филип Монтгомери³

¹Абай атындағы ҚазҰПУ, Алматы, Қазақстан

²SDU University, Қаскелең, Қазақстан

³Назарбаев Университеті, Астана, Қазақстан

*e-mail: gyersultanova@gmail.com

«МЕН ОНЫ АҒЫЛШЫНША МӘТІНІМДІ ЖЕТІЛДІРУ ҮШІН ҚОЛДАНАМЫН»: ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЗЕРТТЕУШІЛЕРДІҢ ҒЫЛЫМИ ЖАЗУДА ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІ ҚОЛДАНУЫ

Аңдатпа. Жасанды интеллекттің (ЖИ) қарқынды дамуы жоғары білім беру мен ғылыми зерттеулердегі академиялық жазу тәжірибесіне елеулі ықпал етуде. Бұл зерттеу Қазақстандық зерттеушілердің ғылыми жазуда ЖИ құралдарын пайдалану тәжірибесін және олардың жазу үдерісіндегі рөлін қалай түсіндіретінін анықтауға бағытталған. Деректер «Ғылыми жазуда генеративті ЖИ құралдарын қалай қолданасыз?» деген ашық сұраққа берілген жауаптар негізінде жиналды. 171 жауапқа жүргізілген Браун және т.б. ұсынаған тақырыптық талдау бойынша анализ жасалып, нәтижесінде төрт негізгі тақырып айқындалды: ЖИ құралдарына қатысты жалпы көзқарастар, олардың қабылданатын рөлдері, практикалық қолданылуы және ЖИ қолдану бойынша оқыту қажеттілігі. Нәтижелер қатысушылардың ЖИ құралдарын идея генерациясы, әдебиеттерге шолу, мәтін құрастыру, редакциялау, парафраз жасау, аудару және күрделі ұғымдарды түсіндіру үшін қолданатынын көрсетті. Қатысушылар ЖИ-ды “көмекші”, “редактор” және “бірлескен автор” ретінде сипаттағанымен, түпкілікті жауапкершіліктің зерттеушіде қалатынын атап өтті. Сонымен қатар, ЖИ ағылшын тіліндегі мәтінді жетілдіруде және халықаралық академиялық жарияланымдарға қатысуды жеңілдетуде маңызды рөл атқарады. Зерттеу нәтижелері ғылыми жазуда ЖИ-ды жауапты енгізу үшін сыни ЖИ сауаттылығы мен институционалдық қолдаудың маңыздылығын көрсетеді.

Түйін сөздер: ЖИ құралдары, ғылыми жазу, Қазақстандағы академиялық жазу, көптілді зерттеушілер, сыни ЖИ сауаттылығы

Гаухар Ерсултанова^{1*}, Айдос Мырзабек², Д. Филип Монтгомери³

¹ҚазНПУ имени Абая, Алматы, Казахстан

²SDU University, Қаскелең, Казахстан

³Назарбаев Университет, Астана, Казахстан

*e-mail: gyersultanova@gmail.com

«Я ПРИМЕНЯЮ ЭТО ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АНГЛИЙСКОЙ ПИСЬМЕННОЙ РЕЧИ»: ОПЫТ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ КАЗАХСТАНА В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИИ В НАУЧНОМ ПИСЬМЕ

Аннотация. Стремительное развитие искусственного интеллекта (ИИ) оказывает значительное влияние на практики академического письма в системе высшего образования и научных исследований. Настоящее исследование направлено на выявление особенностей использования ИИ-инструментов казахстанскими исследователями в процессе научного письма, а также на анализ того, как они концептуализируют роль данных технологий в письменной деятельности. Данные были получены на основе ответов на открытый вопрос: «Как вы используете генеративные ИИ-инструменты в научном письме?». Был применен тематический анализ Брауна и т.д. и в результате 171 ответа позволил выделить четыре ключевые темы: общее восприятие ИИ-инструментов, их предполагаемые функциональные роли, практические способы применения и потребность в целенаправленном обучении их использованию. Результаты показали, что ИИ активно применяется для генерации идей, проведения обзора литературы, создания и редактирования текста, перефразирования, перевода, а также разъяснения сложных концептов. Респонденты характеризуют ИИ как

“вспомогательный инструмент”, “редактора” и “соавтора”, одновременно подчеркивая, что окончательная ответственность за содержание и качество текста сохраняется за человеком-автором. Кроме того, установлено, что ИИ играет существенную роль в совершенствовании англоязычной письменной речи и расширении возможностей участия в международной академической коммуникации. Полученные результаты подчеркивают необходимость развития критической ИИ-грамотности, институциональной поддержки и контекстуально обусловленных подходов к ответственному внедрению ИИ в научное письмо.

Ключевые слова: ИИ-инструменты, научное письмо, академическое письмо в Казахстане, многоязычные исследователи, критическая ИИ-грамотность

Received 13 April 2026

IRSTI 14.25.09

DOI: <https://doi.org/10.47344/09f47a75>*М.Р.Мусахан¹, А. Баубекұлы², М.Д.Боранкулова^{2*}*¹№2 жалпы білім беретін мектеп, Приозерск қ., Қарағанды облысы Қазақстан²Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан*e-mail: dinaborankulova@gmail.com

ГЕОГРАФИЯ САБАҒЫНДА БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫҢ АНАЛИТИКАЛЫҚ DAҒДЫЛАРЫН ДАМУ

Аннотация. Қазіргі географиялық білім беру жүйесінде оқушылардың аналитикалық ойлау және аналитикалық дағдылары жеткілікті деңгейде қалыптаспай, көбіне фактіні жаттауға бағытталған оқыту басым болып отыр. Мақаладағы зерттеудің мақсаты – география пәні мазмұны арқылы аналитикалық дағдыларды мақсатты түрде қалыптастырудың педагогикалық мүмкіндіктерін айқындау. Зерттеу әдіснамасы теориялық талдау, салыстырмалы және жүйелік талдау, статистикалық және педагогикалық бақылау элементтерін қамтиды. Теориялық бөлімде отандық және шетелдік ғалымдардың еңбектеріне салыстырмалы талдау жасалып, аналитикалық дағдылардың құрылымы, мазмұны және білім алушылардың танымдық құзыреттіліктерін дамытудағы рөлі айқындалды. Эксперименттік жұмыс Алматы облысы №28 мектеп-гимназиясында 8-сынып оқушыларымен жүргізілген педагогикалық тәжірибеде айқындалды. Тәжірибе барысында аналитикалық бағыттағы тапсырмалар арқылы оқушылардың картамен жұмыс жасау, географиялық ақпаратты талдау, деректерді салыстыру және себеп-салдарлық байланыстарды анықтау дағдылары бағаланды. Нәтижелері SPSS арқылы жұптық t-критерий қолданылып, өңделді. Айырмашылық статистикалық тұрғыдан мәнді екені анықталды ($t(25) = -4,675$, $p < 0,001$). Сонымен қатар, енгізілген педагогикалық әдістеменің практикалық маңыздылығы жоғары екенін көрсететін Коэннің эффект мөлшері есептелді ($d=0.92$). Зерттеу нәтижелері аналитикалық дағдыларды мақсатты түрде қалыптастырудың география пәні мазмұнымен тығыз байланыста жүзеге асатынын көрсетеді және мұндай тапсырмалар оқушылардың оқу-танымдық белсенділігін арттыруға ықпал етеді. Мақала материалдары жалпы орта білім беру жүйесінде аналитикалық дағдыларды дамытуға бағытталған әдістемелік жұмыстарды жетілдіруде қолданылуы мүмкін.

Түйін сөздер: аналитикалық дағды, аналитикалық ойлау, аналитикалық іс-әрекет, ақпаратты талдау, білім беру, танымдық құзыреттілік

Кіріспе

Қазіргі білім беру жүйесінде аналитикалық дағдыларды қалыптастыру – оқу нәтижелерінің маңызды индикаторы. Аналитикалық ойлау білім алушыларға ақпаратты талдап, салыстырып, дәлелдерге сүйене отырып қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Бұл дағды әсіресе география пәнінде маңызды, себебі пән кеңістіктік, әлеуметтік-табиғи процестерді кешенді талдауды талап етеді. Алайда дәстүрлі оқыту әдістері көбіне ақпаратты жаттауға басымдық беріп, білім алушылардың сыни және аналитикалық ойлау қабілеттерін дамытуға жеткілікті мүмкіншілік бермейді. Ғылыми әдебиеттерде бұл мәселенің маңыздылығын растайды. Ғәсірне аналитикалық ойлауды интерпретация, талдау, бағалау және дәлелді қорытынды жасау қабілеттерінің жиынтығы ретінде анықтайды (Ғәсірне, 1990). Бұл дағдылар академиялық жетістік пен кәсіби тиімділіктің негізі болып табылады. ХХІ ғасырда табысты болу үшін білім алушыларда жоғары деңгейлі ойлау және аналитикалық дағдылар қалыптасуы тиіс екендігі атап көрсетілген (Savery, 2015; Savery, 2017). Алайда көптеген зерттеулер дәстүрлі оқыту әдістері репродуктивті білімге негізделіп, аналитикалық ойлауды жеткілікті деңгейде дамытпайтынын көрсетеді (Prince, 2004). Проблемаға негізделген оқыту (Problem-Based Learning) аналитикалық дағдыларды дамытуға тиімді әдіс ретінде ғылыми негізделген. PBL моделінің білім алушыларды нақты мәселелерді талдауға,

деректерді салыстыруға және негізделген шешім қабылдауға үйрететінін дәлелдейді (Jørgensen, 2024). География пәні кеңістіктік талдау мен күрделі әлеуметтік-табиғи процестерді түсіндіруді талап ететіндіктен, аналитикалық дағдыларды дамытуға ерекше мүмкіндік береді. Bednarz географияда GIS технологияларын қолдану білім алушылардың кеңістіктік-аналитикалық ойлауын арттыратынын көрсетеді (Bednarz, 2004). Жоғарыда аталған зерттеулер көрсеткендей, анализ жасау қабілеттері мен сыни ойлау оқу процесінің ажырамас бөлігі болуы тиіс. География сабағында аналитикалық дағдыларды дамыту білім алушыларды кешенді мәселелерді шешуге, деректерді интерпретациялауға және шынайы жағдайларды түсінуге даярлайды. Осы бағыттағы педагогикалық тәжірибелер мен ғылыми зерттеулер оқу жүйесінде белсенді, зерттеушілік бағытталған әдістерді енгізудің қажеттілігін айқындайды. Сондықтан, география сабағында білім алушылардың аналитикалық дағдыларын дамыту тақырыбы бүгінгі білім беру жүйесінде маңызды әрі өзекті.

Зерттеудің мақсаты – география сабағында білім алушылардың аналитикалық дағдыларын дамытуға бағытталған тапсырмалар әзірлеу және оның тиімділігін эксперимент жүзінде тексеру.

Аналитикалық ойлау мен аналитикалық дағдыларды дамыту Қазақстан Республикасының білім беру саясатының маңызды бағытының бірі. «Білім туралы» Заңда (2007) білім алушылар сыни және шығармашылық ойлау қабілеттерін дамыту негізгі мемлекеттік міндет ретінде белгіленсе (ҚР, Білім туралы заңы), Мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарты (2020-2023) және жаңартылған білім мазмұны стандарттары аналитикалық операцияларды (талдау, салыстыру, қорытынды жасау) оқыту нәтижелерінің негізгі көрсеткіші ретінде анықтайды (Білім берудің барлық деңгейінің мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарттарын бекіту туралы), «Цифрлық Қазақстан» бағдарламасында және PISA, TIMSS халықаралық бағалау талаптарында да деректермен жұмыс және аналитикалық ойлау XXI ғасырдың негізгі құзыреті ретінде қарастырылады. Бүгінгі таңда аналитикалық ойлау мен аналитикалық дағдыларды дамыту тек ұлттық білім саясатының талабы ғана емес, сонымен қатар халықаралық деңгейдегі Тұрақты даму мақсаттары (ТДМ, 2015) аясында ерекше маңызға ие. ТДМ-нің 4-мақсаты – «Сапалы білім беру» (Тұрақты дамудың төртінші мақсаты) – білім алушылардың сыни және аналитикалық ойлау қабілеттерін дамыту арқылы өмір бойы оқуға дайын болуын көздейді. Зерттеулерде аналитикалық және шығармашылық ойлаудың екеуі де проблемаларды шешуде қажет екені атап өтіледі (Azid & Md-Ali, 2020).

Білім беру саласында білім алушылардың аналитикалық дағдыларын және өзін-өзі рефлексиялау қабілеттерін дамыту – жоғары деңгейлі ойлау қабілеттерін қалыптастыруда шешуші мәнге ие. Мінсіз жағдайда білім алушылар ақпаратты сын тұрғысынан бағалап, білімді синтездеп, өз оқу үдерісін талдай алуы тиіс. Бұл олардың академиялық және тұлғалық дамуына ықпал етеді (Igwe et.al., 2021). Қазіргі уақытта өзгерістер мен білім алушыларға қойылатын hard және soft дағдыларға деген талаптардың артуы аясында, аналитикалық ойлау қабілеті бастауыш мектеп бағдарламасын табысты меңгеруде, болашақ өмірде туындайтын түрлі жағдайларға бейімделу үшін де қажетті дағдыға айналып отыр (Szmyd & Mitera, 2024). Осы тұрғыдан алғанда, аналитикалық ойлаудың теориялық негіздері білім беруде кеңінен қолданылатын Блум таксономиясында айқын көрініс табады. Аталған таксономияда ойлау алты негізгі когнитивтік деңгей бойынша жіктеледі, олар күрделілік реттілігімен орналасқан: білім, түсіну, қолдану, талдау, синтез және бағалау (Mukhametkairov, 2025). Демек, аналитикалық ойлау қабілеті алғашқы үш процестің дамуының нәтижесі әрі жаңа білімді меңгеруде және бағалау сияқты жоғары деңгейлі процестердің негізі ретінде қарастырылады.

Зерттеуде прагматистік педагогика концепциясын негізге алып, географиялық білім берудегі аналитикалық дағдылармен байланысын талдадық. Жаплы, география – дайын карталарды жаттау емес, қоғамдағы үнемі өзгеріп, дамып отыратын кеңістіктік үдерістерді, табиғат пен қоғам арасындағы байланысты зерттейтін ғылым. Ал, бұл сипат Джон Дьюидің табиғатты түсінуге негіз ретінде көзқарасын анықтайды. Дьюи кеңістікті құрылымы шексіз, күрделі, ашық және үздіксіз даму үстіндегі үдеріс ретінде қарастырған. География сабақтарында білім алушылардың аналитикалық дағдыларын дамыту арқылы қоршаған

ортаны, экологиялық мәселелер мен геокеңістіктегі өзгерістерді сыни тұрғыдан талдаудан басталады. Бұл ретте, Дьюидің еңбектерінде жиі кездесетін «Өсу» концепциясы тұрғысынан алғанда, білім алушылардың аналитикалық ойлауы дайын географиялық мәліметтерді географиялық жағдаяттар (табиғатты пайдалану ерекшеліктері, экологиялық өзгерістер) барысында қалыптасады. Сонымен қатар, Джон Дьюи білім берудегі басты құрал ойлауды ынталандыруға, сыни көзқарасты дамытуға бағытталған «мәселені шешу» және «іс-әрекет арқылы үйрену» қағидаларын ұсынған. Тұжырымға сәйкес, білім алушының аналитикалық ойлау үдерісі оның алдында нақты бір қиындық немесе проблемалық жағдаят туындағанда ғана іске қосылады. Сондықтан география сабақтарында білім алушылардың аналитикалық дағдыларын дамыту үшін дайын мәтіндерді оқыту жеткіліксіз. Джон Дьюи өзінің «Демократия және білім беру» 1916 жылы жарық көрген еңбегінде білімнің толық мақсаттарын ұлттың, мемлекеттің тар шеңбердегі басқарушылығынан жоғары қойып, білімнің маңыздылығын көрсетті (Dewey, 2014; Dewey, 2003). Ал, географиялық білім беру аясында бұл концепция негіз болады. Себебі география тек табиғатты тану ғана емес, білім алушылардың әлеуметтік, экологиялық жауапкершілігін арттырып, белсенді азаматтық қасиеттерін қалыптастырады. Қоршаған ортаны тиімді пайдалану, геоэкологиялық теңдік мәселелеріне қатысты аналитикалық дағдыларын дамыту арқылы әлеуметтік, экономикалық, экологиялық қайшылықтарды көре алады, талдайды және түсінеді (Dewey, 1981; Dewey, 1998).

Джон Дьюидің «іс-әрекет арқылы үйрену» тұжырымы білім алушылардың белсенді зерттеу қабілетін арттырғанымен, аналитикалық ойлаудың қаншалықты деңгейде дамығанын нақты құралдармен айқындауды талап етеді. Дьюи сипаттаған прагматикалық педагогикалық өлшемдерді заманауи білім беру контекстінде қолдану П. Фасионенің зерттеулерін негізге алу көзделіп отыр. Яғни, Дьюи мәселені шешудің бағытын көрсетсе, Фасионе мәселелерді шешуде қолданылатын аналитикалық ойлаумен нақтыланады (Facione, 1994; Facione & Peter, 2014). Аналитикалық ойлауды дамытудың шағын концептуалдық моделі 1-суретте ұсынылған.

Сурет 1

Аналитикалық ойлауды дамытудың шағын концептуалдық моделі



Аналитикалық ойлау жеке адамның құндылықтары мен көзқарастарымен, білімімен, мінез-құлқымен, сондай-ақ креативтілікпен тығыз байланысты (Lubbe et.al., 2025; Yasar et.al., 2025). Зерттеулерде ойлау қабілеттері үш санатқа бөлінеді: аналитикалық, шығармашылық және практикалық ойлау. Мұнда аналитикалық ойлау білімге негізделген проблемаларды шешу және шешім қабылдау үдерістерін қамтиды. Бұл ойлау түрі келесі әрекеттерде өте

құнды болып табылады (сурет 2).

Сурет 2

Аналитикалық ойлау іс-әрекеттері



2-ші суретте аналитикалық ойлау іс-әрекеті өлшемдері берілген. Зерттеудің теориялық негізін құрайтын аналитикалық ойлаудың моделі ұсынылып, география сабақтарындағы білім алушылардың аналитикалық ойлау әрекеттерін біртұтас жүйе ретінде сегіз өзара байланысты компонент негізінде құрастырылған. Олардың қатарына, деректер мен ақпаратты сыни тұрғыдан түсіну, өңдеу, гипотезаларды тұжырымдау, болжау мен жоспарлау, балама жолдар қарастыру және т.б.

Аналитикалық дағдыларды қалыптастыру және дамыту көптеген ғылыми зерттеулерде қарастырылған. Аналитикалық дағдылар тұлғаның сапалық өзгерістеріне жақындауды қамтамасыз ететін және болашақ мамандардың кәсіби қасиеттерінің өсуіне ықпал ететін арнайы интеллектуалдық аналитикалық-синтетикалық операцияларды меңгеру ретінде ұсынылады (Astuti et.al., 2025; Kocaman, 2023). Бұл анықтама аналитикалық дағдылардың тұлғалық және кәсіби дамуға бағытталған ішкі ойлау әрекеттерімен тығыз байланысты екенін көрсетеді.

Аналитикалық ойлау – қоршаған ортаны танудың жоғары деңгейлі үдерісі. Аналитикалық ойлаудың бұл түрі кез келген күрделі құбылысты құрамдас бөліктерге жіктеп, заңдылықтар мен байланыстарды анықтауға бағытталады. Кез келген бағалау мен шешім қабылдауда алдымен ақпаратты терең аналитикалық талдаудан бастау алады. Ал, аналитикалық дағды – аналитикалық ойлаудың іс жүзіндегі көрінісі. Географиялық білім беруде аналитикалық дағдылары дамыған білім алушылар теориялық ұғымдарды жаттап қана қоймай, табиғаттағы үдерістердің құрылымы, қызметі немесе экологиялық жүйелері секілді күрделі ақпараттарды сипаттай алады. Халықаралық зерттеулерде көрсетілген аналитикалық ойлаудың көптеген өлшемдері мен компоненттері ретінде ақпаратты зерделеу, логиканы қолдану, әр түрлі ойлау элементтерін қолдану, пікірлерді бағалау, ақпаратты өңдеу, қорытынды болып ұсынылған. Ақпаратты зерделеу – деректерді бөлшектеп қарастыру. Логиканы қолдану мәселелерді шешуде қисынды және жүйелі байланыстар құру екені белгілі. Ал, әр түрлі ойлауды қолдану әрекеті жаңа және бірегей ақпараттық жауаптарды әзірлеуге бағытталған ойлау әдістерін жатқызамыз. Соңғы пікірлерді бағалау әрекеті ақпараттарды сараптау болса, ақпаратты өңдеу аналитикалық ойлаудың бір түрі ретінде ақпаратты өңдеу болып табылады. Және қорытынды әрекет шешім қабылдауға негіз болатын логикалық тұжырым келтіру болып табылады (Stemler et.al., 2009).

Astuti және басқа да зерттеушілер дәлелдеген тұжырымға сәйкес аналитикалық дағдылар кәсіби салада да, жеке өмірде де маңызды рөл атқаратын негізгі қабілет және мәселелерді тиімді шешуге, дұрыс шешім қабылдауға және күрделі жағдайларды терең түсінуге мүмкіндік

береді (Astuti et.al., 2025). Veeck және басқа да зерттеушілер бұл тұжырымды айтардықтай толықтырып, қазіргі тез қарқынмен дамып жатқан технологиялық кезең бізден орасан көп ақпаратты дұрыс талдап, түсіндіруді талап ететінін, сонымен қатар, аналитикалық дағдылардың туа біткен қасиет емес, оны дамытуға болатын әрекеттер жиынтығы екенін алға тартады (Veeck et.al., 2023).

Тұжырымдарды талдау барысында аналитикалық дағдылардың күнделікті өмірде түрлі жағдайларды тереңірек түсінуге және оларды дұрыс бағалауға мүмкіндік беретінін анықтай алдық. Бұл дағдыларды дамыту білім алушылардың логикалық ойлау қабілетін және ғылымға негізделген шешім қабылдау дағдыларын жетілдіреді. Алайда Demir керісінше ойлау үдерісі аналитикалық ойлаудан бастау алатынын және жоғары деңгейлі ойлау әрекеті кез келген фактінің күшті және әлсіз жақтарын салыстыру арқылы деректерді талдап өз өзін жетілдіретінін атап көрсетеді (Demir, 2022). Аналитикалық дағдылар өз құрылымы бойынша білім алушылардың даму деңгейін анықтайтын бірқатар жеке тұлғалық компоненттерді (дағдылар топтарын) қамтиды. Оларға мыналар жатады: коммуникативтік, сыни ойлау, деректерді өңдеу, шығармашылық, зерттеу дағдылары (Hidayat et.al., 2024). Демек тек ақпаратты оқу арқылы білім алушылар білімді меңгере алмайды. Сонымен қатар, аналитикалық ойлау әрекеттерін дамыту үшін белгілі бір ережеге сүйене отырып, деректерді өңдеу, зерттеу, талдау, салыстыру әрекеттерін кезеңмен қарастыра отырып дұрыс қолдану қажет.

Ezeamuzie және басқа да ғалымдар аналитикалық қабілеттерді дамыту сөйлеу дағдылары мен біліктерін жетілдірумен тығыз байланысты екендігін тұжырымдаса (Ezeamuzie et.al., 2022) Yanti және басқа да ғалымдар бұл пікірден сәл алшақтайды. Яғни, білім алушылардың зерттеу әрекеттері жиі жаттығулар арқылы тұрақты қолданылып, дамыса дағды деңгейіне көтеріледі (Yanti et.al., 2025). Дағды – бірнеше рет қайталанған әрекеттердің автоматтандырылған деңгейге дейін жетуі деп анықталады. Аналитикалық дағдыларды дамыту – ұзақ мерзімді және жүйелі іс-әрекетті талап ететін үдеріс. Бұл дағдылардың қалыптасуындағы негізгі қадам – аналитикалық іс-әрекетке тұрақты түрде дағдылану (Yang et.al., 2023). Мұндай әрекет деректерді жинау, оларды талдау және интерпретациялау сияқты кезеңдерді қамтиды. Дағдыларды дамытуды күнделікті әрекеттерден бастауға болады: қолдағы ақпаратты бағалау, фактілерге сүйене отырып қорытынды жасау, мәселенің себептерін анықтау және ықтимал шешім нұсқаларын қарастыру. «Мәселенің түпкі себебі қандай? Қандай балама шешімдер бар?» деген сұрақтарды қою аналитикалық ойлаудың дамуына айтарлықтай ықпал етеді (сурет 3).

Сурет 3

Аналитикалық дағдыларды дамытуға арналған жаттығулар



3 суретте берілген жаттығулардың барлығы аналитикалық дағдыларды дамытып қана қоймай, шешім қабылдаудағы сенімділікті арттырады. Тұрақты тәжірибе қазіргі өзгермелі

әлемде аса маңызды аналитикалық ойлау стилін қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Ақпараттық-аналитикалық жұмыста ақпаратты өңдеу мен деректерді талдау үшін әртүрлі әдістерді қолдануға болады, олар: статистикалық және SWOT талдау, интервью, сауалнама, кейс, салыстырмалы талдау, модельдеу. Осыған сүйене отырып білім берудегі маңыздылығы мен практикалық қолданбалылығын анықтау мақсатында аналитикалық дағдыларды дамытуға зерттеулер жүргізілді.

Болашақ мамандардың аналитикалық дағдылары кәсіби құзыреттіліктің құрылымдық құрамдас бөлігі ретінде еңбектерде қарастырылады. Аналитикалық дағдылар мақсат, мазмұны және кәсіби қызметтің шарттарын салыстыра отырып жүзеге асатын интеллектуалдық әрекет барысында ойлау операциялары мен ақпаратпен жұмыс істеу тәжірибесінің (талдау, синтез, жалпылау, жүйелеу, жіктеу) өзара байланысы ретінде түсіндіріледі (Cîineanu et.al, 2023). Бұл тұжырыммен үндесетін келесі зерттеулерде ақпараттық және компьютерлік қауіпсіздік мамандарының аналитикалық дағдылары меңгерілген алгоритмге сәйкес саналы түрде жүзеге асырылатын негізгі аналитикалық операциялар кешені (талдау, синтез, салыстыру, жалпылау, сәйкестендіру, классификация), кәсіби қызмет функцияларын тиімді орындауды қамтамасыз ететін іс-әрекеттер ретінде сипатталады (Narathon et.al., 2024; Sasanti et.al., 2024). Білім беру саласында бұл көзқарас Narathon және басқаларының еңбектерінде жалғасын табады. Ол зерттеулерінде кәсіби-педагогикалық қызметті табысты жүзеге асыруға қажетті аналитикалық дағдылар құндылықтық, когнитивтік және операциялық құрамдасстардың бірлігі ретінде тұтас құбылыс деп қарастырылады. Аналитикалық дағдылар арнайы ұйымдастырылған, мақсатты, уәждемеленген әрекет барысында қалыптасатын саналы ойлау процедуралары (талдау, синтез, аналогия, салыстыру, жалпылау, себеп-салдарлық байланыстарды анықтау) ретінде түсіндіріледі. Бұл үдеріс кәсіби пәндердің мазмұнын құрайтын білімдерге, интеллектуалдық және практикалық әрекеттердің тәсілдері туралы білімдерге, сондай-ақ адамның кәсіби-педагогикалық қызметке және оның субъектілеріне деген көзқарастар жүйесіне сүйенеді (Yurt, 2022). Демек алдыңғы тұжырымдарға байланысты кәсіби бағыттардағы анықтамалар ретінде ортақ заңдылық бар. Өзге зерттеулерде аналитикалық дағдыларды білім алушының аналитикалық қызметіне кіретін, практикалық іс-әрекетте тиімді ойлау қызметін жүзеге асыруға мүмкіндік беретін арнайы дағдылар жиынтығы ретінде сипаттайды (4-сурет) (Halova & Kobilarov, 2010, January).

Сурет 4

Аналитикалық дағдылардың әмбебаптығы



4-ші суретте, аналитикалық дағдылардың әмбебаптылығы бес негізгі сатылы деңгей арқылы сипатталады. Олар, интеллектуалдық аналитикалық операцияларды меңгеру, кәсіби құзыреттіліктің құрылымдық құрамдас бөлігі ретінде талдау, тиімді орындауды қамтамасыз

ететін әрекеттер жиынтығы, саналы ойлау әрекеттері және арнайы дағдылар жиынтығы. География сабақтарында аналитикалық әрекеттерді тұрақты орындау білім алушылардың білімді меңгеру мақсатындағы іс-әрекеттерін тиімді ұйымдастыруға және алған дағдыларын күнделікті өмірде мәселелерді шешуде әмбебап құрал ретінде қолдануға болатынын айқындау үшін суретте үлгі ретінде берілді.

География пәнін мазмұндық ерекшеліктерін ескере отырып әзірленген аналитикалық тапсырмалар жүйесінің тиімділігі нақты көрсеткіштер арқылы толық анықталмаған. Осыған байланысты зерттеу келесі сұрақтарға жауап іздеуге бағытталды:

1. География сабақтарында қолданылатын қандай тапсырмалар аналитикалық дағдылардың дамуына тиімді әсер етеді?
2. Арнайы әзірленген тапсырмалар жүйесін қолдану білім алушылардың аналитикалық дағдыларының дамытуға қалай ықпал етеді?

Әдістер мен материалдар

Аналитикалық дағдыларды жетілдіру үшін әртүрлі тәсілдер мен құралдарды қолдану маңызды. Аналитикалық ойлауды дамыту үшін тұрақтылық, жаңа тәжірибеге ашықтық, қателіктерден сабақ алу немесе басқа да ғылыми бағыттармен кіріктіріле талдануы қажет. Тұрақты жаттығу арқылы әрбір адам осы саладағы қабілеттерін жақсартып, кәсіби де, жеке өмірдегі міндеттерді де тиімді орындай алады.

Зерттеу барысында география пәнінде білім алушылардың аналитикалық дағдыларын дамытуға бағытталған педагогикалық ықпалдың тиімділігін анықтау мақсатында бір топтық (бір сыныптық) зерттеу дизайны қолданылды. Зерттеу тәжірибеге дейінгі және тәжірибеден кейінгі өлшемдерге негізделген (pre-test – post-test) тәсіл арқылы ұйымдастырылды. Бұл әдіс оқыту процесіне енгізілген арнайы тапсырмалар жүйесінің білім алушылардың аналитикалық ойлау қабілеттеріне әсерін анықтауға мүмкіндік береді.

Зерттеу жұмысы Алматы облысы, Іле ауданы, Байсерке ауылы №28 мектеп-гимназиясында жүргізілді. Эксперименттік жұмыс 2025 жылдың 3 қарашасы мен 12 желтоқсаны аралығында география пәні сабақтары барысында жүзеге асырылды. Зерттеуге 8-сыныптың 26 білім алушысы ($n = 26$) қатысты. Қатысушылар нақты оқу сыныбы негізінде таңдалып, зерттеу мектептегі оқу процесінің табиғи жағдайында жүргізілді. Мұндай таңдау педагогикалық эксперименттің шынайы білім беру ортасында жүзеге асуын қамтамасыз етті.

Зерттеу барысында білім алушылардың бастапқы аналитикалық дайындық деңгейін анықтау мақсатында диагностикалық тестілеу жүргізілді. Тест мазмұны география пәні бойынша оқу бағдарламасының күтілетін нәтижелеріне және аналитикалық дағдыларды бағалау критерийлеріне негізделіп құрастырылды (Zadrozny et.al., 2016). Экспериментті жүргізіп, бақылаған география пәні мұғалімдері (авторлар) тарапынан оқу үдерісінің шынайылығы толық сақталды. Сонымен қатар, дайындалған тест тапсырмаларының мазмұндық валидтілігін қамтамасыз ету мақсатында география пәні бойынша үш сарапшының пікірі ескерілді. Тапсырмалар білім алушылардың ақпаратты талдау, салыстыру, себеп-салдарлық байланыстарды анықтау, географиялық құбылыстарды түсіндіру дағдыларын кешенді бағалауға бағытталды. Тест үш деңгейлі құрылым бойынша (А, В, С) ұйымдастырылды: С деңгейі (жоғары) – себеп-салдарлық талдау, түсіндіру және қорытынды жасау; В деңгейі (орта) – географиялық құбылыстар арасындағы байланыстарды анықтау; А деңгейі (төменгі) – негізгі ұғымдарды тану және қайта жаңғырту (кесте – 1)

Кесте 1

Зерттеу барысындағы қолданылған тест мазмұны

А – төменгі деңгей	В – орта деңгей	С – жоғары деңгей
Өзен аңғарының ең төменгі бөлігі: А) Терраса	Биіктік белдеулік қалыптасады:	Климат құрғақтанса, қандай табиғат зонасы шөлге

В) Жайылма С) Арна Д) Суайрық	А) Температураның биіктікке байланысты төмендеуінен В) Халық көшуінен С) Желден Д) Өнеркәсіптен	айналуы мүмкін? Түсіндіріңіз.
Табиғат зонасының қалыптасуындағы негізгі фактор:	Экваторлық белдеуде орналасқан өзендердің суы мол болуының себебі:	Материктің ішкі бөлігінде температура амплитудасы неге жоғары? (2 себеп)
А) Климат В) Өнеркәсіп С) Туризм Д) Көлік	А) Жауын-шашын мол В) Ұзындығы қысқа С) Шөл арқылы ағады Д) Биіктікте орналасқан	

Ескерту: Авторлық құрастыру

Эксперимент барысында тапсырмалар жеке, жұптық, топтық форматта орындалды және олардың күрделілік деңгейі біртіндеп арттырылып отырды. Оқыту барысында деректерді талдау және салыстыру, себеп–салдарлық байланыстарды анықтау, картографиялық материалдарды интерпретациялау және ақпарат көздерінің сенімділігін бағалау секілді аналитикалық әрекеттерге басымдық берілді.

Тапсырмалар жүйесіне деректерді талдау, себеп–салдарлық тізбек құру, сценарийлік модельдеу, карта арқылы талдау, ақпараттың шынайылығын анықтау және «дерек–интерпретация–қорытынды» қағидасына негізделген тапсырмалар енгізілді.

Нәтижелер және оларды талдау

Эксперименттік оқыту барысында алынған деректерді талдау нәтижелері білім алушылардың аналитикалық дағдыларының даму динамикасын анықтауға мүмкіндік берді. Тест А,В,С деңгейінде 20 сұрақтан құралды. Тест нәтижелері бойынша білім алушылардың 20%-ы жоғары деңгейде, 55%-ы орта деңгейде, ал 25%-ы төмен деңгейде екені белгілі болды. Бұл көрсеткіштер география пәні мазмұнын меңгеруде репродуктивті сипат басым екенін және аналитикалық компоненттің жеткілікті дамымағанын айғақтайды. Осыған байланысты сабақ барысында оқу бағдарламасына сәйкес тақырыптарды өту кезінде арнайы әзірленген эксперименттік тапсырмалар жүйелі түрде қолданылды. Тапсырмалар жеке, жұптық және топтық форматта орындалды және олардың күрделілік деңгейі біртіндеп арттырылып отырды (кесте 2). Зерттеу барысында білім алушылардың картографиялық материалдармен жұмыс істеу, себеп–салдарлық байланыстарды анықтау, табиғи-географиялық құбылыстарды интерпретациялау және деректерді салыстырмалы талдау дағдыларының даму динамикасы бақыланды.

Кесте 2

Зерттеу барысындағы қолданылған тапсырмалар

Тапсырма атауы	Атқарылатын іс-әрекеттер
Деректерді талдау	Ақпаратты жинау, салыстыру, қорытынды жасау дағдыларын дамыту
Себеп-салдар тізбегі	Білім алушының тізбек құра алуы
	2-3 дереккөздерін пайдалану арқылы “Қай дерек көзі сенімді? Қайсысы бір-біріне қайшы? Қорытынды жаса” тапсырмаларын орындау. 1. Себептерін жазу. 2. Әр себептен шығатын 2-3 салдарды анықтау.

Сценарий моделдеу	модель жасай алуы	3. Салдардың қандай ұзақ және қысқа мерзімді әсері бар екенін көрсету. Қазақстанда су тапшылығы күшейсе не болады? Ормандар 10% азайса қандай экологиялық және экономикалық әсер болады? Берілетін тапсырма: «Екі сценарий жаса яғни оптимистік және пессимистік тұрғыда. Неге олай ойлайтыныңды дәлелде».
Карта арқылы талдау	Картамен жұмыс жасауы	Климат картасынан 3 аймақты таңда: Неге дәл осы жерде жауын-шашын аз/көп? Қандай фактор әсер етеді? Бұл халықтың өмір сүру салтына қалай әсер етеді? Білім алушыларға аралас ақпарат бересіз (шын + жалған). Міндеті:
Дереккөздің немесе ақпараттың жалған/ шындығын анықтау	Ақпараттың дұрысы мен бұрысын ажырату	1. Ғылыми дерекке сүйенгенін анықтау дәлел келтіру 2. Логикасын түсіндіру
Үш бұрыш әдісі	дерек – интерпретация – қорытынды жасай алуы	1) Дерек береді (кесте/мәтін). 2) Өз интерпретациясын жазады. Қорытынды шығарады, дәлелдейді.

Ескерту: Авторлық құрастыру

Дағдылық компоненттер бойынша талдау білім алушылардың кеңістіктік және интерпретациялық қабілеттерінде айқын олқылықтардың бар екенін көрсетті. Атап айтқанда, картамен жұмыс істеу дағдысы 38%, деректерді салыстырмалы талдау – 54%, себеп-салдарлық байланыстарды анықтау – 52%, ал табиғи-географиялық құбылыстарды интерпретациялау көрсеткіші 33% деңгейінде болды. Бұл нәтижелер білім алушылардың ақпаратты механикалық қабылдауынан гөрі, оны талдау мен құрылымдауда қиындықтарға тап болатынын көрсетеді. Экспериментке дейінгі және кейінгі алынған деректердің қалыпты үлестірім заңына сәйкестігін тексеру мақсатында Колмогоров-Смирнов және Шапиро-Уилк критерийлері қолданылды (кесте-3).

Кесте 3

Зерттеу деректерінің қалыпты үлестірім критерийлері

	Колмогорова-Смирнов ^a			Шапиро-Уилк критерийі		
	Статистика	Еркіндік дәрежесі (df)	Мән	Статистика	Еркіндік дәрежесі (df)	Мән
Эксп. дейін	,106	26	,200*	,958	26	,357
Эксп. кейін	,116	26	,200*	,971	26	,660

Экспериментке қатысушылар көлемінің шағын болуына байланысты Шапиро-Уилк тестінің нәтижелері негізге алынды. Талдаулар көрсеткендей экспериментке дейінгі мән көрсеткіші (0,357) және эксперименттен кейінгі мән (0,660) көрсетіп, айтарлықтай жоғары нәтижелер көрсетті. Демек, бұл зерттеудегі бастапқы және соңғы баллдардың қалыпты үлестірілгенін толық дәлелдеп, параметрлік жұптық t тестін қолдануға негіз болады. Алынған ақпараттарды өңдеуде IBM SPSS Statistics 22 бағдарламасы арқылы жұптық t -тест қолданылды (Tarigan et.al., 2019) (кесте-4).

Кесте 4

Жұптық іріктемелер критерийі (Paired Samples t -test)

Жұптық айырмашылықтар						t	df	Мәнділік (2 жақты)
Айырмашылықтың 95% сенімділік интервалы								
	M	SD	Орт. мән. ст.қатесі	Төменгі	Жоғары			
Экспериментке дейін және кейін	-							
	1,3461	1,46812	,28792	-1,93914	-,75317	-4,675	25	,000
	5							

*Ескерту: M – орташа мән, SD – стандартты ауытқу, t – жұптық t -критерийі, df – еркіндік дәрежесі

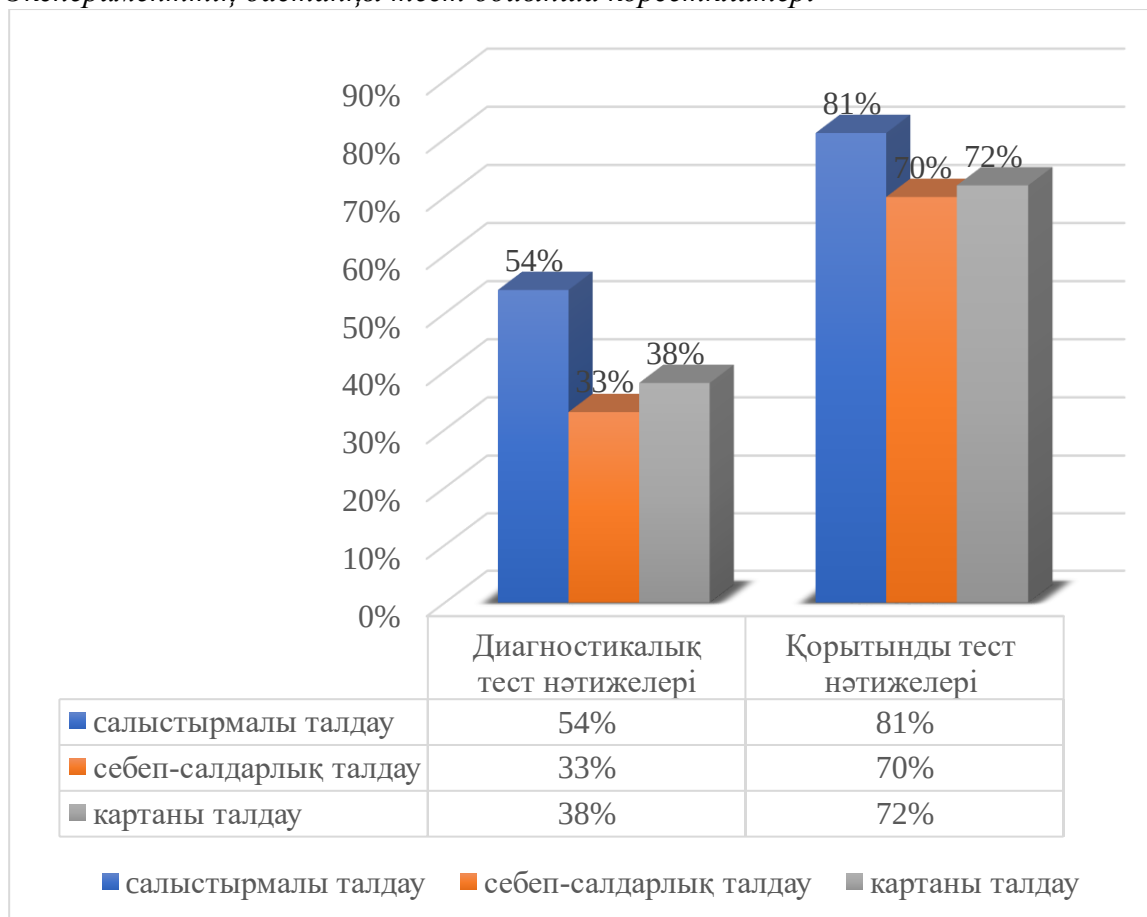
Талдаулар нәтижелері жүргізілген география сабақтарында берілген авторлық тапсырмалар жүйесінің білім алушылардың аналитикалық ойлау және дағдыларын арттыруға айтарлықтай әсер еткенін көрсетті. Экспериментке дейінгі және эксперименттен кейінгі баллдар арасындағы орташа айырмашылық ($M = -1,35$ -ті құрап, статистикалық тұрғыдан жоғары мәнді көрсетті. Демек нәтижелердің кездейсоқ еместігін және оның тұрақтылығын айқындау мақсатында айырмашылықтың 95% сенімділік интервалы талдануы арқылы дәлелденді. Алынған нәтижелердің жоғары (-0,75) және төменгі (-1,94) шегі аралығын қамтып, нөлдік мәннен өтпейтінін көрсетті. Статистикалық заңдылық бойынша сенімділік интервалының нөлді қамтымауы эксперименттің тиімділігі нақты екенін анықтайды. Нәтижелердегі мәндерді пайдалана отырып, енгізілген авторлық тапсырмалар жүйесінің нақты тиімділігі мен практикалық маңыздылығын бағалау мақсатында Коэннің эффект мөлшері есептелінді. Халықаралық статистикалық критерийлерге сәйкес, жоғары эффект деңгейін анықтау үшін білім алушылардың орташа балдарының мәнін стандартты ауытқуына қатынасын анықтау арқылы есептелінді (Grizzard & Shaw, 2017; Ialongo, 2016).

$$d = \frac{M_1 - M_2}{SD} = \frac{|M_{\text{айырмашылық}}|}{1,46812} = \frac{1,34615}{1,46812} = 0,916$$

Анықталған көрсеткіштерде қысқа мерзімді (5-апта) мақсатты оқыту үдерісі болғандықтан орташа мәндердегі айырмашылықтар арасы ұзақ мәндер емес, алайда берілген уақыт аралығындағы зерттеу үшін айтарлықтай практикалық құндылыққа ие екенін атап көрсетуге болады. Білім алушылардың басым бөлігінің картамен жұмыс жасау, географиялық ақпаратты талдау, деректерді өңдеу, салыстыру әрекеттерін орындауы арқылы оң динамикаға өзгергенін байқай аламыз.

Эксперименттік кезеңде аналитикалық бағыттағы арнайы тапсырмалар жүйелі түрде енгізілді. Тапсырмалар күрделілік деңгейі бойынша сатыланып құрылды және жеке, жұптық, топтық форматта ұйымдастырылды. Оқыту барысында картографиялық материалдарды интерпретациялау, деректерді салыстыру, себеп-салдарлық тізбек құру және табиғи процестерді талдау дағдыларына басымдық берілді (сурет 5).

Сурет 5

Эксперименттің бастапқы тест бойынша көрсеткіштері

Қорытынды тест нәтижелері бастапқы көрсеткіштермен салыстырғанда айқын оң динамиканы көрсетті. Картамен жұмыс істеу көрсеткіші 38%-дан 72%-ға дейін (+34%) артты. Сонымен қатар, себеп–салдарлық талдау көрсеткіші 33%-дан 70%-ға дейін (+37%), ал деректерді салыстырмалы талдау 54%-дан 81%-ға дейін (+27%) өсті. Жалпы аналитикалық деңгей құрылымында да сапалық өзгеріс байқалды: жоғары деңгейдегі білім алушылардың үлесі 20%-дан 40%-ға дейін артты, ал төмен деңгей көрсеткен білім алушылар 25%-дан 10%-ға дейін қысқарды. Орта деңгейдегі үлестің 55%-дан 50%-ға өзгеруі оқушылардың бір бөлігінің жоғары деңгейге ауысқанын көрсетеді. Алынған нәтижелер эксперименттік ықпалдың тиімділігін дәлелдейді және география пәнінде аналитикалық дағдыларды мақсатты дамытуға бағытталған тапсырмалар жүйесінің нәтижелілігін көрсетеді.

География сабақтарында аналитикалық дағдыларды дамыту мақсатында арнайы тапсырмалар жүйесін қолданудың тиімділігі кеңінен дәлелденген. Атап айтқанда, геоақпараттық жүйелерді (ГАЖ) пайдалану білім алушылардың кеңістіктік деректерді талдауға, карталар құруға және алынған ақпаратты жүйелеуге мүмкіндік беретінін атап көрсетеді. Авторлардың пікірінше, мұндай жұмыс түрлері білім алушылардың аналитикалық ойлау қабілетін күшейтіп, кеңістіктік пайымдауын дамытады (Амантаева, 2023). Зерттеушілер ғаламдық проблемаларды оқыту үдерісінде ГАЖ бен кеңістіктік талдау элементтерін енгізу білім алушылардың геокеңістіктік, соның ішінде аналитикалық ойлау дағдыларын дамытуға ықпал ететінін көрсеткен. Авторлар карталар мен ГАЖ құралдарын қолдану арқылы білім алушылардың географиялық құбылыстарды жан-жақты талдап, мәселені кешенді қарастыру және зерттеу дағдыларын нығайту мүмкіндігі артатынын атап өтеді (Боранкулова & Кадырханова, 2024).

Ұқсас жүргізілген зерттеуде аналитикалық ойлау дағдыларын дамыту мақсатында flipped classroom, inquiry-based learning және digital storytelling әдістерін біріктіріп қолдану тиімді нәтиже бергені көрсетілген. Авторлар бұл әдістердің білім алушылардың ақпаратты пассивті

қабылдаушыдан белсенді талдаушыға айналдыратынын атап өтеді. Біздің зерттеуімізде қолданылған карта арқылы талдау, деректерді салыстыру және ақпарат көздерінің шынайылығын анықтау сияқты тапсырмалар да осыған ұқсас мақсатты көздейді, яғни білім алушыларды ақпаратты талдауға, салыстыруға және бағалауға үйретеді (Phurikultong & Kantathanawat, 2022; Permana et.al., 2019).

Бұл ойды география пәнінде картографиялық материалдарды қолданудың тиімділігін зерттеген еңбектер де растайды. Авторлар карталармен жүйелі жұмыс жасау білім алушылардың аналитикалық және кеңістіктік ойлау дағдыларын дамытудың маңызды құралы екенін атап көрсетеді (Cyvin et.al., 2022). Сонымен бірге, аналитикалық дағдыларды дамыту үшін сұрақ қою, салыстыру, дәлелдеу, түсіндіру және бағалау сияқты әдістерді кешенді түрде қолданудың негізгі принциптері де ғылыми еңбектерде жан-жақты сипатталған (Susiaty et.al., 2022).

Халықаралық зерттеулерде де осыған ұқсас үрдістер байқалады. Nuroso және басқалары (2018) жүргізген зерттеуде аналитикалық ойлау дағдыларын дамыту мақсатында ICAE learning model ұсынылған. Аталған модель inquiry-based learning қағидаларына негізделіп, оқыту үдерісін Introduction, Connection, Application және Evaluation кезеңдері арқылы ұйымдастыруды көздейді. Авторлар бұл тәсілдің оқушылардың деректерді талдау, логикалық қорытынды жасау және ғылыми түсініктерді интерпретациялау қабілеттерін дамытуға мүмкіндік беретінін көрсетеді. Біздің зерттеуімізде қолданылған тапсырмалар жүйесі де осыған ұқсас принциптерге негізделген. Атап айтқанда, карта арқылы талдау мен деректерді салыстыру тапсырмалары білім алушылардың ақпаратты талдау және интерпретациялау қабілеттерін дамытуға бағытталса, себеп–салдар тізбегін құру және сценарийлік моделдеу тапсырмалары географиялық құбылыстардың даму логикасын түсіндіруге мүмкіндік береді (Nuroso et.al., 2018).

Алынған нәтижелер басқа зерттеулердің қорытындыларымен де сәйкес келеді. Мысалы, Mihardi және басқалары, (2023) зерттеуінде аналитикалық дағдыларды дамыту мақсатында case method қолданылып, нақты жағдайларды талдау арқылы білім алушылардың мәселені анықтау, деректерді талдау және тиімді шешім қабылдау қабілеттері айтарлықтай жақсарғаны көрсетілген (Mihardi, 2023).

Өз зерттеуімізде тапсырмалар репродуктивті деңгейден аналитикалық және бағалау деңгейіне дейін бірізділікпен ұйымдастырылып, олардың білім алушылардың деректерді талдау, салыстыру, себеп-салдарлық байланыстарды анықтау және қорытынды жасау дағдыларына әсері тәжірибелік-эксперименттік жолмен тексерілді. Осылайша, зерттеу аналитикалық дағдыларды дамыту мәселесін тек жекелеген әдістер тұрғысынан емес, жүйелі педагогикалық технология ретінде қарастыруымен ерекшеленеді және географияны оқыту әдістемесін жетілдіруге бағытталған практикалық маңызы бар ғылыми тұжырымдар жасауға мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері бірінші сұраққа жауап ретінде география сабағында деректерді талдау, себеп–салдар тізбегін құру, сценарийлік моделдеу, карта арқылы талдау, ақпарат көздерінің шынайылығын анықтау және «үш бұрыш» әдісін қолдану білім алушылардың аналитикалық ойлау дағдыларын кешенді дамытуға тиімді екенін көрсетті. Аталған тапсырмалар білім алушыларды ақпаратты тек қабылдаушы субъект ретінде емес, оны талдайтын, салыстыратын және бағалайтын белсенді таным субъектісі ретінде қалыптастыруға мүмкіндік берді. Әсіресе карта арқылы талдау мен деректерді салыстыру тапсырмалары кеңістіктік ойлау мен логикалық пайымдаудың дамуына айқын әсер етті. Себеп–салдар тізбегін құру және сценарийлік моделдеу білім алушылардың географиялық құбылыстарды болжау және олардың ықтимал салдарын түсіндіру қабілетін арттырды. Ал ақпарат көздерінің шынайылығын анықтау тапсырмалары сыни ойлау дағдыларын күшейтіп, дерекпен жұмыс істеу мәдениетін қалыптастырды. «Үш бұрыш» әдісі мәселені әртүрлі көзқарас тұрғысынан қарастыруға мүмкіндік беріп, дәлелді қорытынды жасау дағдысын жетілдірді.

Екінші зерттеу сұрағына сәйкес, арнайы әзірленген тапсырмалар жүйесін жүйелі түрде қолдану білім алушылардың аналитикалық деңгейінің оң динамикасын көрсетті. Тәжірибе

нәтижесінде жоғары деңгейдегі білім алушылар үлесі 20%-дан 40%-ға дейін өсті, ал төмен деңгейдегі білім алушылар саны 25%-дан 10%-ға дейін азайды. Бұл көрсеткіштер ұсынылған әдістеменің тиімділігін дәлелдейді және тапсырмалар жүйесінің аналитикалық дағдыларды мақсатты түрде дамытуға ықпал еткенін көрсетеді. Дегенмен алынған нәтижелерді кең ауқымда жалпыламас бұрын зерттеудің белгілі бір шектеулері ескерілуі тиіс.

Шектеулер

Жүргізілген эксперименттік жұмыстардың нәтижелері география сабақтарындағы білім алушылардың аналитикалық ойлау мен дағдыларын дамытуда оң динамика көрсеткені байқалды. Алайда зерттеу жұмысының бірнеше әдіснамалық шектеулерін атап өту қажет. Іріктеуге алынға зерттеуге қатысушылар саны 26 және ол тек бір мектеп-гимназияның бір сынып оқушыларымен шектелді. Зерттеуле қолданылған авторлар тарапынан ұсынылған тапсырмалар мен тест материалдары сарапшылар тарапынан талданған. Сонымен қатар, бес апталық мерзімді қамтитын эксперименттік кезеңде білім алушыларда қалыптасқан аналитикалық дағдылардың толыққанды дамығандығы мен тұрақтылығын бағалауға мүмкіндік бермейді. Сондықтан болашақ зерттеулерде іріктеу көлемін ұлғайтып, бақылау топтарын енгізіп, стандартталған халықаралық бағалау құралдарын интеграциялау арқылы бұл шектеулерді толықтыру жоспарланып отыр.

Зерттеу мерзімінің қысқалығы, бақылау тобы параметрлерінің толық сипатталмауы және қолданылған құралдардың психометриялық көрсеткіштерінің шектеулі берілуі болашақ зерттеулерде толықтыруды қажет етеді. Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері география пәнінде аналитикалық дағдыларды дамытуға бағытталған арнайы тапсырмалар жүйесін енгізу білім алушылардың жоғары деңгейлі ойлау қабілеттерін дамытуда тиімді педагогикалық құрал бола алатынын көрсетті.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу география пәні мазмұны арқылы білім алушылардың аналитикалық дағдыларын мақсатты түрде қалыптастырудың педагогикалық мүмкіндіктерін анықтауға болатынын көрсете алды. Деректерді талдау, себеп–салдарлық байланыстарды анықтау, сценарийлік моделдеу, картамен жұмыс жасау және ақпарат көздерінің шынайылығын бағалау сияқты тапсырмалар білім алушылардың кеңістіктік ойлауын, логикалық пайымдауын және сыни талдау қабілеттерін дамытуға ықпал ету мүмкіндігін айғақтайды.

Эксперимент нәтижелері білім алушылардың аналитикалық деңгейінде айқын оң динамиканың қалыптасқанын көрсетті. Статистикалық өңдеу барысында жұптық t-критерий нәтижелері тәжірибеге дейінгі және кейінгі көрсеткіштер арасында мәнді айырмашылық бар екенін дәлелдеді ($t(25) = -4,675$, $p < 0,001$). Бұл өз кезегінде ұсынылған тапсырмалар жүйесінің білім алушылардың аналитикалық дағдыларын дамытуда тиімді педагогикалық құрал екенін көрсетеді. Бұл ұсынылған әдістемелік тәсілдердің география пәнін оқыту барысында аналитикалық дағдыларды мақсатты түрде дамытуда белгілі бір дәрежеде тиімді болуының мүмкін екенін көрсетеді.

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері география пәнінде аналитикалық дағдыларды дамытуға бағытталған тапсырмаларды жүйелі түрде қолдану оқушылардың оқу-танымдық белсенділігін арттырып, жоғары деңгейлі ойлау дағдыларының қалыптасуына жағдай жасайтынын көрсетеді. Зерттеу нәтижелері жалпы орта білім беру жүйесінде география пәнін оқыту әдістемесін жетілдіруде және аналитикалық ойлауды дамытуға бағытталған педагогикалық тәсілдерді енгізуде практикалық маңызға ие.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- Амантаева, Э. (2023). Мәтінді есептер, қозғалысқа байланысты мәтінді есептер және осы мәселелерді оқытудың теориялық негізі. *Педагогика и Методы Обучения*, (1 (62) 2023), 6-31.
- Astuti, D. S., Sajidan, S., Suciati, S., & Masykuri, M. (2025). Evaluation of the Psychometric Properties of Instruments for Assessing University Students' Analytical Thinking Skills in Zoology Course. *Journal of Baltic Science Education*, 24(6), 1033-1048.
- Azid, N., & Md-Ali, R. (2020). The effect of the successful intelligence interactive module on Universiti Utara Malaysia students' analytical, creative and practical thinking skills. *South African Journal of Education*, 40(3), 1-11.
- Bednarz, S. W. (2004). Geographic information systems: A tool to support geography and environmental education?. *GeoJournal*, 60(2), 191-199.
- «Білім туралы» Қазақстан Республикасының Заңы. – URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/Z1100000487> (қаралған күні: 19.09.2025).
- Білім берудің барлық деңгейінің мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарттарын бекіту туралы. – URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1800017669> (қаралған күні: 19.09.2025).
- Боранкулова, Д. М., & Кадырханова, Ж. Ж. (2024). Адамзаттың ғаламдық проблемаларын оқытуда оқушылардың геокеңістіктік ойлау дағдыларын қалыптастырудың маңызы. *Вестник КазНПУ имени Абая. Серия: Педагогические науки*, 81(1), 370-381.
- Cyvin, J. B., Midtaune, K., & Rød, J. K. (2022). Using StoryMaps to prepare for field course—A case study of students in Geography. *Cogent Education*, 9(1), 2123583.
- Cîineanu, M. D., Dulama, M. E., Hîrlav, C., & Pop, C. (2023). Developing Analytical Thinking through the Use of Maps in Geography. *Romanian Review of Geographical Education*, 12, 45-57.
- Demir, E. (2022). An Examination of High School Students' Critical Thinking Dispositions and Analytical Thinking Skills. *Journal of Pedagogical Research*, 6(4), 190-200.
- Dewey, J. (2014). John Dewey. The Middle Works, 1899–1924.
- Dewey, J. (2003). J. Dewey. *Bulletin of Educational Research*, 49(3), 93-111.
- Ezeamuzie, N. O., Leung, J. S., Garcia, R. C., & Ting, F. S. (2022). Discovering computational thinking in everyday problem solving: A multiple case study of route planning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(6), 1779-1796.
- Facione, P. (1990). Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction (The Delphi Report).
- Grizzard, M., & Shaw, A. Z. (2017). Effect size. The international encyclopedia of communication research methods. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. DOI, 10, 9781118901731.
- Halova, E. Y., & Kobilarov, R. G. (2010, January). Advantages and Disadvantages of the Test Method for Checking and Evaluating of the Knowledge, the Skills and the Habits of Students. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1203, No. 1, pp. 1325-1328). American Institute of Physics.
- Hidayat, R., Nugroho, I., Zainuddin, Z., & Ingai, T. A. (2024). A systematic review of analytical thinking skills in STEM education settings. *Information and Learning Sciences*, 125(7-8), 565-586.
- Ialongo, C. (2016). Understanding the effect size and its measures. *Biochemia medica*, 26(2), 150-163.
- Igwe, P. A., Okolie, U. C., & Nwokoro, C. V. (2021). Towards a responsible entrepreneurship education and the future of the workforce. *The International Journal of Management Education*, 19(1), 100300.
- Jørgensen, K. M. (2024). Storytelling: How to Become Who You Are through Problem-Based Learning. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 12(2), 42-52.
- Kocaman, B. (2023). The effect of coding education on analytical thinking of gifted students. *International Journal of Educational Methodology*, 9(1), 95-106.

- Lubbe, A., Marais, E., & Kruger, D. (2025). Cultivating independent thinkers: The triad of artificial intelligence, Bloom's taxonomy and critical thinking in assessment pedagogy. *Education and Information Technologies*, 30(12), 17589-17622.
- Мақсат 4. Сапалы білім беру. – URL: <https://stat.gov.kz/sustainable-development-goals/goal/4/> (қаралған күні: 20.09.2025).
- Mihardi, S., Derlina, D., Siregar, A. M., & Simanjuntak, Y. L. P. (2023). The relationship between analytical skills and the stages of the case method in determining the best solution. *Jurnal Curere*, 7(2), 25-29.
- Mukhametkairov, A. (2025). Psychological aspects of development of analytical thinking in junior schoolchildren. *Вестник КазНПУ имени Абая. Серия: Психология*, 82(1), 7-20.
- Narathon, K., Khamson, J., & Worapun, W. (2024). Developing the Learning Achievement of Motion and Force and Analytical Thinking of Grade 8 Students Using Integrated STEM Education and Inquiry-Based Learning. *Higher Education Studies*, 14(4), 198-205.
- Nuroso, H., Siswanto, J., & Huda, C. (2018). Developing a learning model to promote the skills of analytical thinking. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 12(4), 775-780.
- Permana, T. I., Hindun, I., Rofi'ah, N. L., & Azizah, A. S. N. (2019). Critical thinking skills: The academic ability, mastering concepts, and analytical skill of undergraduate students. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 5(1), 1-8.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of engineering education*, 93(3), 223-231.
- Phurikultong, N., & Kantathanawat, T. (2022). Flipping the undergraduate classroom to develop student analytical thinking skills. *Emerging Science Journal*, 6(4), 739-757.
- Savery, J. R. (2015). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows*, 9(2), 5-15.
- Savery, J. R. (2017). Overview of problem-based learning. *Foundations of Learning and Instructional Design Technology*.
- Sasanti, W., Hemtasin, C., & Thongsuk, T. (2024). The Effectiveness of Inquiry-Based Learning to Improve the Analytical Thinking Skills of Sixth-Grade Elementary School Students. *Anatolian Journal of Education*, 9(1), 37-56.
- Szmyd, K., & Mitera, E. (2024). The impact of artificial intelligence on the development of critical thinking skills in students. *European Research Studies Journal*, 27(2), 1022-1039.
- Susiaty, U. D., Oktaviana, D., & Firdaus, M. (2022). Development of college student analytical thinking skills through evaluation learning with flip book assisted e-books. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 13(2), 283-295.
- Stemler, S. E., Sternberg, R. J., Grigorenko, E. L., Jarvin, L., & Sharpes, K. (2009). Using the theory of successful intelligence as a framework for developing assessments in AP physics. *Contemporary Educational Psychology*, 34(3), 195-209.
- Tarigan, E. F., Nilmarito, S., Islamiyah, K., Darmana, A., & Suyanti, R. D. (2022). Analisis instrumen menggunakan Rasch model dan software SPSS 22.0. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 16(2), 92-96.
- Veeck, A., Quareshi, Z. A., O'Reilly, K., Mumuni, A. G., MacMillan, A., Luqmani, Z., ... & Xie, H. (2023). Interventions to assess and address the self-efficacy of marketing students toward acquiring analytical skills. *Marketing Education Review*, 33(3), 211-225.
- Yanti, F., Lufri, L., & Ahda, Y. (2025). Current trends in augmented reality to improve senior high school students' skills in education 4.0: A systematic literature review. *Open Education Studies*, 7(1), 20240053.
- Yang, H., Yoon, J., Kim, K., & Kang, S. J. (2023). Maker competency instrument for elementary and secondary school science. *Journal of Science Education and Technology*, 32(4), 493-509.
- Yasar, F. Ö., Özden, M., & Yasar, E. (2025). Critical and Analytical Thinking: Unique and Overlapping Aspects from the Perspective of Teacher Candidates. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*, 20(2), 32-57.

- Yurt, E. (2022). Analysis of Postgraduate Theses on Analytical Thinking in Türkiye. *International Society for Technology, Education, and Science*.
- Zadrozny, J., McClure, C., Lee, J., & Jo, I. (2016). Designs, techniques, and reporting strategies in geography education: A review of research methods. *Review of International Geographical Education Online*, 6(3), 216-233.

References

- Amantaeva, E. (2023). Mätındı esepter, qozğalysqa bailanysty mätındı esepter jäne osy мәselelerdi oqytudyň teorialyq negızı. *Pedagogika i Metody Obuchenia*, (1 (62) 2023), 6-31.
- Astuti, D. S., Sajidan, S., Suciati, S., & Masykuri, M. (2025). Evaluation of the Psychometric Properties of Instruments for Assessing University Students' Analytical Thinking Skills in Zoology Course. *Journal of Baltic Science Education*, 24(6), 1033-1048.
- Azid, N., & Md-Ali, R. (2020). The effect of the successful intelligence interactive module on Universiti Utara Malaysia students' analytical, creative and practical thinking skills. *South African Journal of Education*, 40(3), 1-11.
- Bednarz, S. W. (2004). Geographic information systems: A tool to support geography and environmental education?. *GeoJournal*, 60(2), 191-199.
- «Bılım turaly» Qazaqstan Respublikasynyň Zaňy. – URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/Z1100000487> (qaralğan küni: 19.09.2025).
- Bılım berudiň barlyq deňgeiiniň memlekettik jalpyğa mindetti bılım beru standarttaryn bekıtu turaly. – URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1800017669> (qaralğan küni: 19.09.2025).
- Borankulova, D. M., & Kadyrhanova, J. J. (2024). Adamzattyň ғalamdyq problemalaryn oqytuda oquşylardyň geokeñistiktik oilau dağdylaryn qalyptastyrudıñ mañyzy. *Vestnik KazNPU imeni Abaia. Seria: Pedagogicheskie nauki*, 81(1), 370-381.
- Cyvin, J. B., Midtaune, K., & Rød, J. K. (2022). Using StoryMaps to prepare for field course—A case study of students in Geography. *Cogent Education*, 9(1), 2123583.
- Cîineanu, M. D., Dulama, M. E., Hîrlav, C., & Pop, C. (2023). Developing Analytical Thinking through the Use of Maps in Geography. *Romanian Review of Geographical Education*, 12, 45-57.
- Demir, E. (2022). An Examination of High School Students' Critical Thinking Dispositions and Analytical Thinking Skills. *Journal of Pedagogical Research*, 6(4), 190-200.
- Dewey, J. (2014). John Dewey. The Middle Works, 1899–1924.
- Dewey, J. (2003). J. Dewey. *Bulletin of Educational Research*, 49(3), 93-111.
- Ezeamuzie, N. O., Leung, J. S., Garcia, R. C., & Ting, F. S. (2022). Discovering computational thinking in everyday problem solving: A multiple case study of route planning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(6), 1779-1796.
- Facione, P. (1990). Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction (The Delphi Report).
- Grizzard, M., & Shaw, A. Z. (2017). Effect size. The international encyclopedia of communication research methods. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. DOI, 10, 9781118901731.
- Halova, E. Y., & Kobilarov, R. G. (2010, January). Advantages and Disadvantages of the Test Method for Checking and Evaluating of the Knowledge, the Skills and the Habits of Students. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1203, No. 1, pp. 1325-1328). American Institute of Physics.
- Hidayat, R., Nugroho, I., Zainuddin, Z., & Ingai, T. A. (2024). A systematic review of analytical thinking skills in STEM education settings. *Information and Learning Sciences*, 125(7-8), 565-586.
- Ialongo, C. (2016). Understanding the effect size and its measures. *Biochemia medica*, 26(2), 150-163.
- Igwe, P. A., Okolie, U. C., & Nwokoro, C. V. (2021). Towards a responsible entrepreneurship education and the future of the workforce. *The International Journal of Management Education*, 19(1), 100300.

- Jørgensen, K. M. (2024). Storytelling: How to Become Who You Are through Problem-Based Learning. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 12(2), 42-52.
- Kocaman, B. (2023). The effect of coding education on analytical thinking of gifted students. *International Journal of Educational Methodology*, 9(1), 95-106.
- Lubbe, A., Marais, E., & Kruger, D. (2025). Cultivating independent thinkers: The triad of artificial intelligence, Bloom's taxonomy and critical thinking in assessment pedagogy. *Education and Information Technologies*, 30(12), 17589-17622.
- Maqsat 4. Sapaly bilim beru. – URL: <https://stat.gov.kz/sustainable-development-goals/goal/4/> (qaralğan küni: 20.09.2025).
- Mihardi, S., Derlina, D., Siregar, A. M., & Simanjuntak, Y. L. P. (2023). The relationship between analytical skills and the stages of the case method in determining the best solution. *Jurnal Curere*, 7(2), 25-29.
- Mukhametkairov, A. (2025). Psychological aspects of development of analytical thinking in junior schoolchildren. *Вестник КазНПУ имени Абая. Серия: Психология*, 82(1), 7-20.
- Narathon, K., Khamsong, J., & Worapun, W. (2024). Developing the Learning Achievement of Motion and Force and Analytical Thinking of Grade 8 Students Using Integrated STEM Education and Inquiry-Based Learning. *Higher Education Studies*, 14(4), 198-205.
- Nuroso, H., Siswanto, J., & Huda, C. (2018). Developing a learning model to promote the skills of analytical thinking. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 12(4), 775-780.
- Permana, T. I., Hindun, I., Rofi'ah, N. L., & Azizah, A. S. N. (2019). Critical thinking skills: The academic ability, mastering concepts, and analytical skill of undergraduate students. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 5(1), 1-8.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of engineering education*, 93(3), 223-231.
- Phurikultong, N., & Kantathanawat, T. (2022). Flipping the undergraduate classroom to develop student analytical thinking skills. *Emerging Science Journal*, 6(4), 739-757.
- Savery, J. R. (2015). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows*, 9(2), 5-15.
- Savery, J. R. (2017). Overview of problem-based learning. *Foundations of Learning and Instructional Design Technology*.
- Sasanti, W., Hemtasin, C., & Thongsuk, T. (2024). The Effectiveness of Inquiry-Based Learning to Improve the Analytical Thinking Skills of Sixth-Grade Elementary School Students. *Anatolian Journal of Education*, 9(1), 37-56.
- Szmyd, K., & Mitera, E. (2024). The impact of artificial intelligence on the development of critical thinking skills in students. *European Research Studies Journal*, 27(2), 1022-1039.
- Susiaty, U. D., Oktaviana, D., & Firdaus, M. (2022). Development of college student analytical thinking skills through evaluation learning with flip book assisted e-books. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 13(2), 283-295.
- Stemler, S. E., Sternberg, R. J., Grigorenko, E. L., Jarvin, L., & Sharpes, K. (2009). Using the theory of successful intelligence as a framework for developing assessments in AP physics. *Contemporary Educational Psychology*, 34(3), 195-209.
- Tarigan, E. F., Nilmarito, S., Islamiyah, K., Darmana, A., & Suyanti, R. D. (2022). Analisis instrumen menggunakan Rasch model dan software SPSS 22.0. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 16(2), 92-96.
- Veeck, A., Quareshi, Z. A., O'Reilly, K., Mumuni, A. G., MacMillan, A., Luqmani, Z., ... & Xie, H. (2023). Interventions to assess and address the self-efficacy of marketing students toward acquiring analytical skills. *Marketing Education Review*, 33(3), 211-225.
- Yanti, F., Lufri, L., & Ahda, Y. (2025). Current trends in augmented reality to improve senior high school students' skills in education 4.0: A systematic literature review. *Open Education Studies*, 7(1), 20240053.

- Yang, H., Yoon, J., Kim, K., & Kang, S. J. (2023). Maker competency instrument for elementary and secondary school science. *Journal of Science Education and Technology*, 32(4), 493-509.
- Yasar, F. Ö., Özden, M., & Yasar, E. (2025). Critical and Analytical Thinking: Unique and Overlapping Aspects from the Perspective of Teacher Candidates. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*, 20(2), 32-57.
- Yurt, E. (2022). Analysis of Postgraduate Theses on Analytical Thinking in Türkiye. *International Society for Technology, Education, and Science*.
- Zadrozny, J., McClure, C., Lee, J., & Jo, I. (2016). Designs, techniques, and reporting strategies in geography education: A review of research methods. *Review of International Geographical Education Online*, 6(3), 216-233.

М.Р.Мусахан¹, А. Баубекулы², М.Д.Боранкулова^{2}*

¹№2 Общеобразовательная школа, г. Приозерск, Карагандинская область, Казахстан

²Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан

*e-mail: dinaborankulova@gmail.com

РАЗВИТИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА УРОКАХ ГЕОГРАФИИ

Аннотация. В современной системе географического образования зачастую преобладает обучение, ориентированное на заучивание фактов, в то время как аналитическое мышление и соответствующие навыки учащихся формируются на недостаточном уровне. Цель данного исследования заключается в выявлении педагогических возможностей целенаправленного формирования аналитических навыков через содержание учебного предмета «География». Методология исследования включает элементы теоретического, сравнительного и системного анализа, а также статистические методы и педагогическое наблюдение. В теоретической части проведен сравнительный анализ трудов отечественных и зарубежных ученых, определены структура и содержание аналитических навыков, а также их роль в развитии познавательных компетенций обучающихся. Экспериментальная работа проводилась на базе школы-гимназии №28 Алматинской области с участием учащихся 8-х классов. В ходе педагогического эксперимента посредством заданий аналитической направленности оценивались навыки работы с картой, анализа географической информации, сравнения данных и выявления причинно-следственных связей. Результаты были обработаны с использованием парного t-критерия в программе SPSS. Установлено, что выявленные различия являются статистически значимыми ($t(25) = -4,675$, $p < 0,001$). Для оценки практической значимости внедренной педагогической методики был рассчитан размер эффекта Коэна, который составил ($d=0,92$), что указывает на высокий уровень величины эффекта. Результаты исследования подтверждают, что целенаправленное формирование аналитических навыков реализуется в тесной взаимосвязи с содержанием предмета география, а подобные задания способствуют повышению учебно-познавательной активности учащихся. Материалы статьи могут быть использованы для совершенствования методической работы, направленной на развитие аналитических способностей в системе общего среднего образования.

Ключевые слова: аналитический навык, аналитическое мышление, аналитическая деятельность, анализ информации, образование, познавательная компетентность

M.R. Musakhan¹, A. Baubekuly², M.D. Borankulova^{2}*

¹Secondary School No. 2, Priozersk, Karaganda region, Kazakhstan

²Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: dinaborankulova@gmail.com

DEVELOPING LEARNERS' ANALYTICAL SKILLS IN GEOGRAPHY LESSONS

Abstract. In the current system of geographical education, teaching often emphasizes rote memorization of facts, while students' analytical thinking and skills remain insufficiently developed. The purpose of this study is to identify the pedagogical potential for the purposeful formation of analytical skills through the curriculum content of Geography. The research methodology includes elements of theoretical, comparative, and systemic analysis, as well as statistical methods and pedagogical observation. The theoretical section provides a comparative analysis of works by domestic and foreign scholars, defining the structure and content of analytical skills and their role in developing students' cognitive competencies. The experimental work was conducted at school-gymnasium No. 28 in the Almaty region among 8th-grade students. During the pedagogical experiment, analytical tasks were used to evaluate students' abilities in map proficiency, geographical information analysis, data comparison, and the identification of cause-and-effect relationships. The results were processed using a paired t-test in SPSS. The difference was found to be statistically significant ($t(25) = -4,675$, $p < 0,001$). Furthermore, to assess the practical importance of the introduced teaching methodology, Cohen's d was computed, yielding a value of 0.92, which represents a large effect size. The research findings demonstrate that the purposeful formation of analytical skills is closely linked to the content of Geography and that such tasks enhance students' academic and cognitive engagement. The materials presented in this article can be utilized to improve methodological frameworks aimed at developing analytical skills within the general secondary education system.

Keywords: analytical skill, analytical thinking, analytical activity, information analysis, education, cognitive competence

Келін түсті 2 Сәуір 2026

MPHTI 14.35.09

DOI: <https://doi.org/10.47344/ksb72t19>*О. И. Турсыматова^{1*}, А. Т. Ургенишбеков¹, Г. М. Маханова¹, А. Б. Аймырзаева¹*¹Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан*e-mail: orazkul70@mail.ru

РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ДИАГНОСТИКИ И КОРРЕКЦИИ ОШИБОЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О БИОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ У СТУДЕНТОВ НАЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП

Аннотация. В статье рассматривается проблема диагностики и коррекции ошибочных представлений о базовых биофизических процессах у студентов биологических специальностей, обучающихся в национальных (казахскоязычных) группах. Актуальность исследования определяется тем, что осмос, диффузия и мембранный потенциал часто усваиваются студентами на уровне терминов и формул, но не переходят в устойчивое концептуальное понимание. Научная новизна работы состоит в разработке диагностико-коррекционной методики, учитывающей не только когнитивные, но и лингвистико-образовательные условия формирования биофизических понятий в казахстанской высшей школе. Эксперимент проведён на базе Западно-Казахстанского государственного университета имени М. Утемисова; в нём участвовали 48 студентов второго курса: 23 в контрольной и 25 в экспериментальной группе. Инструментарий включал задания с выбором ответа, открытые объяснения, анализ схем и ситуационные задачи. Коррекционная методика строилась на когнитивном конфликте, динамическом визуальном моделировании, языковой проработке терминов и разборе типичных ошибочных утверждений. После формирующего этапа в экспериментальной группе доля студентов с низким уровнем понимания снизилась с 44,0% до 16,0%, а доля студентов с высоким уровнем выросла с 20,0% до 44,0%. Межгрупповое сравнение выявило статистическую тенденцию и умеренный практический эффект. Сделан вывод о перспективности методики при условии дальнейшей апробации на более широкой выборке и психометрической проверки диагностических заданий, поскольку полученные результаты пока не допускают чрезмерно широкой генерализации.

Ключевые слова: биофизика, биофизические процессы, осмос, диффузия, мембранный потенциал, концептуальные ошибки, диагностика знаний, коррекция представлений, студенты-биологи, национальные группы

Введение

Современное биологическое образование всё в большей степени зависит от того, насколько будущий специалист способен объяснять процессы жизни не только на описательном, но и на причинно-механистическом уровне. Осмос, диффузия и мембранный потенциал относятся к тем понятиям, без которых невозможно полноценно освоить клеточную биологию, физиологию, биохимию и биоинженерию. Однако именно эти темы часто становятся для студентов не фундаментом понимания, а набором формул, определений и привычных учебных схем.

Проблема заключается не в том, что студенты не знают терминов. Напротив, они нередко воспроизводят определения достаточно уверенно. Затруднение обнаруживается в другой ситуации: когда требуется объяснить, почему вода выходит из клетки, как случайное движение молекул связано с направленным потоком вещества или каким образом ионные градиенты формируют мембранный потенциал. В этот момент становится заметным разрыв между словесным знанием и понятийным пониманием.

В зарубежной методической литературе подобные искажения рассматриваются как устойчивые *misconceptions* – альтернативные или ошибочные представления, которые

сохраняются даже после формального прохождения учебного курса [5; 12; 13]. Наиболее типичными являются смешение осмоса и диффузии, объяснение пассивного транспорта через «стремление» молекул к равновесию, восприятие мембранного потенциала как простого накопления зарядов. Такие ошибки не являются случайной неточностью ответа; чаще они образуют целую систему интуитивных объяснений, конкурирующую с научной моделью.

В условиях казахстанской высшей школы к этим универсальным когнитивным затруднениям добавляется ещё один слой – лингвистико-образовательный. В национальных, то есть казахскоязычных, группах студенты сталкиваются с биофизической терминологией, которая исторически формировалась в латинской, англоязычной и русскоязычной научных традициях. Казахские эквиваленты ряда терминов ещё не всегда обладают устойчивостью и прозрачностью, достаточной для быстрого понятийного усвоения. Поэтому проблема не сводится к «незнанию языка»; речь идёт о смысловом расстоянии между термином, переводом, учебной схемой и физико-биологическим механизмом.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработать такую методику преподавания, которая не ограничивается объяснением правильного ответа, а выявляет скрытую логику студенческого рассуждения и затем целенаправленно перестраивает её. Для биофизики это принципиально важно: механическое запоминание формулы или определения не гарантирует переноса знания в новую задачу, а значит, не обеспечивает профессиональной готовности будущего биолога.

Цель исследования – разработать и апробировать методику диагностики и коррекции ошибочных представлений об осмосе, диффузии и мембранном потенциале у студентов национальных групп биологических специальностей.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи: проанализировать современные исследования по проблеме формирования биофизических понятий; выявить типичные ошибочные представления студентов; уточнить диагностический инструментарий и критерии оценивания; реализовать коррекционную методику на основе когнитивного конфликта и визуального моделирования; оценить динамику результатов в контрольной и экспериментальной группах; определить ограничения проведённого исследования и перспективы дальнейшей апробации.

Научная новизна статьи состоит в том, что диагностико-коррекционный подход применяется к биофизическим понятиям в специфическом контексте национальных групп казахстанского вуза. Вклад исследования заключается не только в описании распространённых ошибок, но и в предложении методической процедуры, которая связывает диагностику, коррекцию, визуализацию и языковую проработку терминов в единую учебную логику.

Обзор литературы

Исследования в области биологического образования показывают, что осмос и диффузия относятся к числу наиболее устойчивых источников концептуальных ошибок. Fisher, Williams и Lineback разработали диагностический инструмент для оценки понимания осмоса и диффузии и показали, что даже студенты, успешно выполняющие стандартные задания, испытывают трудности при объяснении механизма процесса [5]. Этот вывод важен для настоящего исследования, поскольку подтверждает: неверный ответ следует рассматривать не только как пробел в знании, но и как проявление внутренней, хотя и ошибочной, модели объяснения.

В более поздних исследованиях аналогичная проблема обнаруживается у студентов и будущих педагогов. Zihlerl и Torkar подчёркивают, что уровень формального естественно-научного образования не всегда обеспечивает корректное понимание осмоса и диффузии [12]. Reinke, Kynn и Parkinson также фиксируют устойчивость альтернативных представлений у первокурсников-биологов, особенно при переносе знаний из одной биологической ситуации в другую [13]. Следовательно, коррекционная работа должна быть направлена не на повторение определения, а на перестройку причинно-следственной схемы объяснения.

Отдельное место занимает антропоморфизм. В студенческих ответах молекулы и ионы нередко «стремятся», «ищут равновесие» или «выбирают направление движения». Подобная языковая форма может казаться безобидной, но методически она опасна: за ней скрывается представление о целенаправленном движении частиц вместо понимания случайного теплового движения и статистического характера потока. Именно поэтому в диагностике важно фиксировать не только правильность выбора ответа, но и объяснительный язык студента.

Мембранный потенциал является ещё более сложным объектом понимания. Cardozo отмечает, что биоэлектrogenез воспринимается студентами как контринтуитивная область, поскольку требует одновременного удержания ионных градиентов, проницаемости мембраны, электрических сил и динамического равновесия [2]. Sawyer и соавторы показывают, что математическая сторона темы, включая логарифмическую зависимость в уравнении Нернста, дополнительно осложняет усвоение биологического смысла [8]. Для студентов национальных групп эта сложность усиливается необходимостью работать с несколькими терминологическими системами.

Современные подходы к диагностике концептуальных ошибок исходят из того, что простой тест с выбором ответа недостаточен. Queloz и Klymkowsky подчёркивают необходимость инструментов, способных выявлять характер рассуждения [4]. Четырёхуровневые тесты, задания на объяснение и анализ схем позволяют различить незнание, догадку и устойчивую *misconception* [11]. В этом отношении настоящая работа опирается на комбинированный диагностический инструментарий: закрытые задания дополнялись открытыми объяснениями и ситуационными задачами.

Коррекция ошибочных представлений обычно связывается с концептуальным изменением. Chiu и Linn показывают, что устойчивые изменения происходят тогда, когда студент сталкивается с несоответствием между своей интуитивной моделью и научным объяснением, а затем получает возможность интегрировать новые элементы знания в более целостную структуру [6]. В педагогической практике это реализуется через когнитивный конфликт, визуализацию, обсуждение альтернативных объяснений и поэтапную реконструкцию понятия.

Таким образом, современная литература даёт достаточно оснований для разработки диагностико-коррекционной методики. Однако исследования, учитывающие специфику казахстанских национальных групп и языковую сторону формирования биофизических понятий, представлены ограниченно. Именно этот пробел определяет исследовательскую нишу настоящей статьи.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе Западно-Казахстанского государственного университета имени М. Утемисова (г. Уральск). В эксперименте приняли участие 48 студентов второго курса биологических направлений подготовки, включая биологию, биотехнологию и биоинженерию. Все участники обучались в национальных (казахскоязычных) учебных группах.

Дизайн исследования был квазиэкспериментальным: использовались две уже сформированные академические группы. Контрольная группа включала 23 студента, экспериментальная – 25 студентов. Рандомизация на индивидуальном уровне не проводилась, поскольку распределение студентов по группам определялось расписанием и учебной организацией. Это обстоятельство учитывается как ограничение исследования и не позволяет трактовать результаты как полностью свободные от влияния внешних факторов.

Сопоставимость групп оценивалась по нескольким основаниям: курс обучения, направление подготовки, язык обучения, предшествующее изучение базовых разделов биологии и включённость в аналогичный образовательный процесс. На констатирующем этапе существенных различий между группами по уровню понимания биофизических процессов выявлено не было, что позволило использовать последующее сравнение как индикатор влияния коррекционной методики.

Педагогический эксперимент включал три этапа. На констатирующем этапе проводилась входная диагностика ошибочных представлений. На формирующем этапе в экспериментальной группе реализовывалась коррекционная методика, тогда как контрольная группа изучала соответствующий материал в традиционном формате. На контрольном этапе проводилась повторная диагностика и сопоставление динамики результатов.

Диагностический инструментарий был разработан авторами на основе анализа типичных misconceptions, описанных в зарубежных исследованиях по осмосу, диффузии и мембранному потенциалу [4; 5; 11; 12; 13]. Он включал четыре типа заданий: задания с выбором одного или нескольких ответов; открытые задания на объяснение механизма процесса; задания на анализ схем и графических моделей; ситуационные задачи, требующие переноса знания в новый биологический контекст.

Валидность инструментария обеспечивалась содержательным соответствием заданий целям диагностики: каждое задание соотносилось с конкретным биофизическим понятием и заранее определённым типом возможной ошибки. Надёжность результатов поддерживалась едиными критериями оценивания, повторным использованием сопоставимых заданий на входном и контрольном этапах, а также качественным анализом открытых ответов. Вместе с тем полноценная психометрическая стандартизация инструмента в рамках данного исследования не проводилась; этот пункт обозначен как методологическое ограничение и направление дальнейшей работы.

Таблица 1. Структура диагностического инструментария

Компонент диагностики	Содержание задания	Выявляемый тип ошибки
Осмоз	Выбор направления движения воды и объяснение роли полупроницаемой мембраны	Смещение осмоса и диффузии; представление пассивного переноса как энергозатратного процесса
Диффузия	Объяснение движения частиц по градиенту концентрации в новой ситуации	Антропоморфное объяснение движения молекул; формальное понимание равновесия
Мембранный потенциал	Анализ схемы распределения ионов и объяснение динамического баланса	Понимание потенциала как статического накопления зарядов
Перенос знания	Ситуационная задача из клеточной физиологии	Неспособность применить понятие вне стандартного учебного примера

Оценивание осуществлялось по трёхуровневой шкале. Низкий уровень фиксировался при наличии выраженных концептуальных ошибок и отсутствии причинного объяснения. Средний уровень соответствовал частичному пониманию процесса при сохранении отдельных неточностей. Высокий уровень предполагал корректное использование ключевых понятий, причинно-следственное объяснение и перенос знания в новую ситуацию.

Таблица 2. Критерии оценивания уровня понимания биофизических процессов

Уровень	Критерии оценивания ответа
Низкий	Ответ содержит устойчивую misconception: подмена механизма, антропоморфизм, неверное направление процесса или отсутствие объяснения.

Средний	Ответ в целом указывает на правильный процесс, но содержит неполное объяснение, терминологическую неточность или слабый перенос знания.
Высокий	Ответ демонстрирует осознанное понимание механизма, корректное использование терминов и способность объяснить процесс в новой ситуации.

Клетка растения помещена в раствор с высокой концентрацией растворённого вещества. Какое утверждение наиболее точно описывает происходящий процесс?

- А) Вода будет активно поступать в клетку с затратой энергии.
- В) Вода будет выходить из клетки через мембрану в направлении большей концентрации растворённых веществ.
- С) Растворённые вещества будут диффундировать в клетку до выравнивания концентраций.
- Д) Мембрана клетки препятствует любому движению воды.

Открытый вопрос: объясните свой выбор, используя понятия «полупроницаемая мембрана» и «осмотическое давление».

Рисунок 1 – Пример диагностического задания по теме «Осмоз»

Коррекционная методика строилась на трёх взаимосвязанных приёмах. Первый приём – создание когнитивного конфликта: студентам предлагались ситуации, в которых их интуитивное объяснение приводило к противоречию с наблюдаемым результатом. Второй приём – динамическое визуальное моделирование: процессы рассматривались не как статические рисунки, а как последовательность изменений во времени. Третий приём – коллективный анализ ошибочных утверждений, позволяющий сделать *misconception* предметом обсуждения, а не скрытой ошибкой отдельного студента.

Важным элементом методики стала языковая проработка терминов. При обсуждении понятий «градиент концентрации», «полупроницаемая мембрана», «осмотическое давление», «ионный ток», «мембранный потенциал» внимание уделялось не только переводу, но и смысловой функции термина в объяснении процесса. Такая работа была особенно значима для национальных групп, где терминологическая неоднозначность может усиливать когнитивную неопределённость.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием IBM SPSS Statistics 26.0. С учётом малого объёма выборок и ненормального распределения показателей применялись непараметрические методы. Для межгруппового сравнения использовался U-критерий Манна-Уитни; для внутригрупповой динамики – критерий Вилкоксона. Распределение студентов по уровням понимания анализировалось с помощью критерия χ^2 Пирсона, а при малых ожидаемых частотах – точного критерия Фишера. Различия считались статистически значимыми при $p \leq 0,05$. Практическая значимость оценивалась через размер эффекта: r для критерия Вилкоксона и V -Крамера для таблиц сопряжённости.

При интерпретации результатов соблюдалась осторожность: показатели p рассматривались не как единственное основание вывода, а в сочетании с направлением динамики, размером эффекта и качественным анализом ответов студентов. Такой подход позволил избежать завышенных утверждений об эффективности методики при ограниченной выборке.

Результаты и обсуждение

Входная диагностика показала, что контрольная и экспериментальная группы имели сопоставимый уровень понимания биофизических процессов. Доля студентов с низким уровнем понимания составила 43,5% в контрольной группе и 44,0% в экспериментальной. Высокий уровень был зафиксирован у 17,4% и 20,0% студентов соответственно. Эти данные

подтверждают исходную проблемность темы: почти половина обучающихся демонстрировала выраженные концептуальные ошибки уже после знакомства с базовыми биологическими понятиями.

Таблица 3. Уровень понимания биофизических процессов на этапе входной диагностики, %

Уровень понимания	Контрольная группа (n=23)	Экспериментальная группа (n=25)
Низкий	43,5	44,0
Средний	39,1	36,0
Высокий	17,4	20,0

Качественный анализ открытых ответов позволил уточнить характер выявленных затруднений. Во-первых, студенты часто объясняли осмос как разновидность обычной диффузии растворённых веществ, не выделяя специфическую роль воды и полупроницаемой мембраны. Во-вторых, пассивный транспорт нередко описывался как процесс, требующий энергии, что свидетельствует о слабой дифференциации активных и пассивных механизмов. В-третьих, мембранный потенциал понимался преимущественно как статическое «накопление зарядов», без учёта ионных градиентов и проницаемости мембраны.

После формирующего этапа положительная динамика оказалась более выраженной в экспериментальной группе. Доля студентов с низким уровнем понимания снизилась с 44,0% до 16,0%, а доля студентов с высоким уровнем выросла с 20,0% до 44,0%. В контрольной группе изменения были слабее: низкий уровень снизился с 43,5% до 34,8%, высокий уровень вырос с 17,4% до 21,7%.

Таблица 4. Уровень понимания биофизических процессов после формирующего этапа, %

Уровень понимания	Контрольная группа (n=23)	Экспериментальная группа (n=25)
Низкий	34,8	16,0
Средний	43,5	40,0
Высокий	21,7	44,0

Статистическая обработка подтвердила наличие значимых внутригрупповых изменений в экспериментальной группе. По критерию Вилкоксона был зафиксирован достоверный положительный сдвиг уровня понимания после коррекционного воздействия ($p < 0,01$). В контрольной группе статистически значимых изменений выявлено не было ($p > 0,05$). Это позволяет говорить о связи положительной динамики в экспериментальной группе с реализованной методикой, хотя при квазиэкспериментальном дизайне причинная интерпретация должна оставаться осторожной.

Межгрупповое сравнение на контрольном этапе по критерию χ^2 показало статистическую тенденцию в пользу экспериментальной группы ($\chi^2 = 3,01$; $p = 0,082$; V-Крамера = 0,25). В прежней редакции этот результат мог быть истолкован чрезмерно резко. В уточнённой интерпретации $p = 0,082$ не рассматривается как статистически значимое различие на уровне $p \leq 0,05$. Корректнее говорить о тенденции и умеренном практическом эффекте, требующем проверки на большей выборке.

Таблица 5. Статистическая интерпретация результатов исследования

Показатель	Контрольная группа	Экспериментальная группа	Интерпретация
Внутригрупповая динамика (Вилкоксон)	$p > 0,05$	$p < 0,01$	Значимый сдвиг выявлен только в экспериментальной группе
Межгрупповое сравнение после эксперимента (χ^2)	—	$\chi^2 = 3,01$; $p = 0,082$; $V = 0,25$	Статистическая тенденция и умеренный практический эффект; формальной значимости $p \leq 0,05$ нет
Изменение доли высокого уровня	+4,3 п.п.	+24,0 п.п.	Педагогически выраженная динамика в экспериментальной группе

Обсуждение результатов показывает, что разработанная методика работает прежде всего за счёт перевода скрытой ошибки в предмет осознанного анализа. Когнитивный конфликт заставлял студентов соотносить собственное объяснение с наблюдаемой логикой процесса. Визуальное моделирование помогало увидеть динамику там, где в учебнике обычно представлен статический рисунок. Разбор ошибочных утверждений снижал страх ошибки и превращал её в инструмент учебного продвижения.

Полученные данные согласуются с выводами Fisher, Williams и Lineback о том, что осмос и диффузия требуют специально организованной диагностики, поскольку стандартные задания часто маскируют непонимание [5]. Результаты также соотносятся с работами Zihel и Tokar, где подчёркивается устойчивость затруднений у будущих педагогов [12], и с исследованием Reinke, Kynn и Parkinson, показывающим, что формальное изучение темы не гарантирует концептуального перехода [13]. Настоящее исследование дополняет эти выводы казахстанским материалом и показывает, что языковая и терминологическая среда может усиливать необходимость точной диагностики.

Особенно важным оказался блок, связанный с мембранным потенциалом. Здесь студенты нуждались не только в повторении определения, но и в поэтапной сборке модели: ионы, градиент концентрации, электрическая сила, проницаемость мембраны, равновесное состояние. Это подтверждает позицию Cardozo о высокой концептуальной сложности биоэлектrogenеза [2] и вывод Sawyer и соавторов о том, что математические элементы темы могут становиться самостоятельным барьером для понимания [8].

Сравнение с исследованиями концептуального изменения показывает, что сама по себе визуализация не является достаточным решением. Она эффективна лишь тогда, когда включена в последовательность вопросов, обсуждений и проверки объяснений. В этом смысле результаты согласуются с подходом Chiu и Linn, согласно которому знание интегрируется в более устойчивую систему только при активной работе студента с противоречиями и объяснительными связями [6].

Педагогическая значимость исследования состоит в том, что предложенная методика может быть использована не только как средство итоговой проверки, но и как инструмент текущего сопровождения обучения. Преподаватель получает возможность видеть не просто процент правильных ответов, а тип ошибки: терминологическую, причинно-

механистическую, графическую или связанную с переносом знания. Это делает коррекцию более адресной и снижает риск повторения одной и той же ошибки на следующих дисциплинах.

Ограничения исследования

Проведённое исследование имеет ряд ограничений, которые необходимо учитывать при интерпретации результатов. Во-первых, выборка была небольшой: в эксперименте участвовали 48 студентов одного университета. Поэтому полученные данные не могут автоматически распространяться на все казахстанские вузы и все национальные группы.

Во-вторых, дизайн исследования был квазиэкспериментальным. Группы были сопоставимыми, но не формировались методом случайного распределения. Это означает, что полностью исключить влияние мотивации, индивидуальных учебных стратегий и особенностей преподавания невозможно.

В-третьих, диагностический инструментарий прошёл содержательную и процедурную проработку, однако не был стандартизирован на большой выборке. В дальнейшем необходима отдельная психометрическая проверка заданий, включая анализ внутренней согласованности, устойчивости результатов и валидности шкалы оценивания.

В-четвёртых, исследование фиксировало краткосрочную динамику после формирующего этапа. Остаётся открытым вопрос, сохраняется ли достигнутое понимание через несколько месяцев и переносится ли оно на более сложные темы физиологии, нейробиологии и биоинженерии.

Заключение

Проведённое исследование показало, что у студентов национальных групп биологических специальностей сохраняются устойчивые ошибочные представления об осмосе, диффузии и мембранном потенциале. Эти ошибки связаны не только с недостатком фактических знаний, но и с фрагментарностью ментальных моделей, терминологической неоднозначностью и преобладанием репродуктивных стратегий обучения.

Разработанная диагностико-коррекционная методика позволила выявить характер таких ошибок и организовать их целенаправленную коррекцию. Наиболее выраженная положительная динамика была зафиксирована в экспериментальной группе: доля студентов с низким уровнем понимания снизилась с 44,0% до 16,0%, а доля студентов с высоким уровнем понимания выросла с 20,0% до 44,0%. Эти данные позволяют говорить о педагогической перспективности методики, однако не дают оснований для чрезмерно широкой генерализации без дальнейших исследований.

Статистические результаты требуют взвешенной интерпретации. Внутригрупповая динамика экспериментальной группы была статистически значимой, тогда как межгрупповое сравнение после формирующего этапа показало статистическую тенденцию и умеренный практический эффект. Следовательно, методику можно рассматривать как перспективную, но нуждающуюся в повторной проверке на более крупной и разнородной выборке.

Практическая ценность исследования состоит в том, что предложенный подход может быть включён в преподавание биофизики, клеточной биологии и физиологии. Диагностические задания, когнитивный конфликт, визуальные модели и языковая проработка терминов позволяют преподавателю работать не только с правильностью ответа, но и с качеством студенческого рассуждения.

Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением выборки, включением студентов разных курсов и вузов, разработкой стандартизированного диагностического инструментария на казахском и русском языках, а также с проверкой долговременного эффекта коррекционной методики. Отдельного внимания требует создание терминологически выверенных учебных материалов по биофизике для национальных групп, поскольку именно на уровне языка часто начинается либо понимание, либо его имитация.

Список использованной литературы

- 1 Bouali, R., Zaki, M., Agorram, B., & Akrim, M. (2022). University students' knowledge and misconceptions about cell structure and functions. *European Journal of Medical and Health Sciences*, 4(2), 99-106.
- 2 Cardozo, D. L. (2022). Teaching bioelectrogenesis: Conceptual challenges and instructional approaches. *Advances in Physiology Education*, 46(3), 481-487.
- 3 Pinho de Lucena, B., Torres Pereira, C., Torres Pereira, M. E., & Pereira, F. A. (2020). Metodologias e propostas para uma aprendizagem significativa em biofísica: uma breve revisão. *Revista Educação e Ciências*, 1(2), 125-144.
- 4 Queloz, A. C., & Klymkowsky, M. W. (2023). Diagnostic instruments for identifying misconceptions in biological diffusion processes. *CBE-Life Sciences Education*, 22, ar34.
- 5 Fisher, K., Williams, K., & Lineback, J. (2011). Osmosis and diffusion conceptual assessment. *CBE-Life Sciences Education*, 10, 418-429.
- 6 Chiu, J. L., & Linn, M. C. (2024). Conceptual change and knowledge integration in science learning. *Educational Psychologist*, 59(1), 1-15.
- 7 Saptono, S., Isnaeni, W., & Sukaesih, S. (2019). Undergraduate students' mental model of cell biology. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 11(1), 118-126.
- 8 Sawyer, J. E. R., Hennebry, J. E., Revill, A., & Pye, R. (2023). Quantitative barriers in understanding membrane potential: Implications for physiology education. *Advances in Physiology Education*, 47(2), 241-248.
- 9 Tursymatova, O., Ibadullayeva, S., Urgenishbekov, A., & Karbozova, L. (2022). Features of the formation and development of biophysical concepts among biology students. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 13(1), 524-531.
- 10 Webb, M., Tracey, M., Harwin, W., & Whittinghill, D. M. (2019). An investigation of the impact of haptics for promoting understanding of difficult concepts in cell biology. *International Journal of Environmental and Science Education*, 14(6), 319-335.
- 11 Wola, B. R., Ibrahim, M., & Purnomo, T. (2020). Development of a four-tier multiple-choice test on the concept of transport across membranes. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 6(1), 17-29.
- 12 Zihlerl, S., & Torkar, G. (2022). Foundations matter: Pre-service teachers' understanding of osmosis and diffusion in relation to their formal science education backgrounds. *Education Sciences*, 12(4), 260.
- 13 Reinke, N. B., Kynn, M., & Parkinson, A. L. (2020). Conceptual understanding of osmosis and diffusion by Australian first-year biology students. *Issues in Educational Research*, 30(1), 329-346.

References

- 1 Bouali, R., Zaki, M., Agorram, B., & Akrim, M. (2022). University students' knowledge and misconceptions about cell structure and functions. *European Journal of Medical and Health Sciences*, 4(2), 99-106. [in English].
- 2 Cardozo, D. L. (2022). Teaching bioelectrogenesis: Conceptual challenges and instructional approaches. *Advances in Physiology Education*, 46(3), 481-487. [in English].
- 3 Pinho de Lucena, B., Torres Pereira, C., Torres Pereira, M. E., & Pereira, F. A. (2020). Metodologias e propostas para uma aprendizagem significativa em biofísica: uma breve revisão. *Revista Educação e Ciências*, 1(2), 125-144. [in Portuguese].
- 4 Queloz, A. C., & Klymkowsky, M. W. (2023). Diagnostic instruments for identifying misconceptions in biological diffusion processes. *CBE-Life Sciences Education*, 22, ar34. [in English].
- 5 Fisher, K., Williams, K., & Lineback, J. (2011). Osmosis and diffusion conceptual assessment. *CBE-Life Sciences Education*, 10, 418-429. [in English].
- 6 Chiu, J. L., & Linn, M. C. (2024). Conceptual change and knowledge integration in science learning. *Educational Psychologist*, 59(1), 1-15. [in English].

- 7 Saptono, S., Isnaeni, W., & Sukaesih, S. (2019). Undergraduate students' mental model of cell biology. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 11(1), 118-126. [in English].
- 8 Sawyer, J. E. R., Hennebry, J. E., Revill, A., & Pye, R. (2023). Quantitative barriers in understanding membrane potential: Implications for physiology education. *Advances in Physiology Education*, 47(2), 241-248. [in English].
- 9 Tursymatova, O., Ibadullayeva, S., Urganishbekov, A., & Karbozova, L. (2022). Features of the formation and development of biophysical concepts among biology students. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 13(1), 524-531. [in English].
- 10 Webb, M., Tracey, M., Harwin, W., & Whittinghill, D. M. (2019). An investigation of the impact of haptics for promoting understanding of difficult concepts in cell biology. *International Journal of Environmental and Science Education*, 14(6), 319-335. [in English].
- 11 Wola, B. R., Ibrahim, M., & Purnomo, T. (2020). Development of a four-tier multiple-choice test on the concept of transport across membranes. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 6(1), 17-29. [in English].
- 12 Zihlerl, S., & Torkar, G. (2022). Foundations matter: Pre-service teachers' understanding of osmosis and diffusion in relation to their formal science education backgrounds. *Education Sciences*, 12(4), 260. [in English].
- 13 Reinke, N. B., Kynn, M., & Parkinson, A. L. (2020). Conceptual understanding of osmosis and diffusion by Australian first-year biology students. *Issues in Educational Research*, 30(1), 329-346. [in English].

О. И. Тұрсыматова^{1}, А. Т. Үргенішбеков¹, Г. М. Маханова¹, А. Б. Аймырзаева¹*

¹Қорқыт ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан

*e-mail: orazkul70@mail.ru

ҰЛТТЫҚ ТОПТАР СТУДЕНТТЕРІНДЕ БИОФИЗИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР ТУРАЛЫ ҚАТЕ ТҮСІНІКТЕРДІ ДИАГНОСТИКАЛАУ ЖӘНЕ ТҮЗЕТУ ӘДІСТЕМЕСІН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ СЫНАҚТАН ӨТКІЗУ

Аңдатпа. Мақалада ұлттық (қазақтілді) топтарда оқитын биология мамандықтары студенттерінің негізгі биофизикалық процестер туралы қате түсініктерін диагностикалау және түзету мәселесі қарастырылады. Зерттеудің өзектілігі осмос, диффузия және мембраналық потенциал ұғымдарының көбіне термин мен формула деңгейінде меңгеріліп, тұрақты концептуалдық түсінікке айнала бермейтіндігімен байланысты. Жұмыстың ғылыми жаңалығы биофизикалық ұғымдарды қалыптастырудағы когнитивтік және тілдік-білімдік факторларды қатар ескеретін диагностикалық-түзету әдістемесін ұсынуымен айқындалады. Эксперимент М. Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан мемлекеттік университетінде жүргізілді; оған екінші курстың 48 студенті қатысты: бақылау тобында 23, эксперименттік топта 25 студент болды. Диагностикалық құралдар жауапты таңдау тапсырмаларын, ашық түсіндіруді, сызбаларды талдауды және білімді жаңа жағдаятқа көшіруді қажет ететін тапсырмаларды қамтыды. Түзету жұмысы когнитивтік қақтығыс, динамикалық визуалды модельдеу, терминдерді мағыналық талдау және типтік қате пайымдарды бірлесіп талдау негізінде ұйымдастырылды. Қалыптастырушы кезеңнен кейін эксперименттік топта төмен деңгейдегі студенттер үлесі 44,0%-дан 16,0%-ға дейін азайып, жоғары деңгей үлесі 20,0%-дан 44,0%-ға дейін өсті. Топаралық салыстыру статистикалық үрдіс пен орташа практикалық әсерді көрсетті. Нәтижелер әдістеменің перспективалы екенін дәлелдейді, алайда оны кеңірек таңдамада, әртүрлі жоғары оқу орындарында және стандартталған диагностикалық құралдармен міндетті түрде қайта тексеру қажет. Қорытындыда ұсынылған тәсіл биофизиканы оқытуда студенттің жауабын ғана емес, оның ойлау логикасын талдауға мүмкіндік беретіні негізделеді.

Түйін сөздер: биофизика, биофизикалық процестер, осмос, диффузия, мембраналық потенциал, концептуалдық қателер, білімді диагностикалау, түсініктерді түзету, студент-биологтар, ұлттық топтар

O. I. Tursymatova^{1*}, A. T. Urganishbekov¹, G. M. Makhanova¹, A. B. Aimyrzayeva¹

¹Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

*e-mail: orazkul70@mail.ru

DEVELOPMENT AND TESTING OF A METHODOLOGY FOR DIAGNOSING AND CORRECTING MISCONCEPTIONS ABOUT BIOPHYSICAL PROCESSES AMONG STUDENTS OF NATIONAL GROUPS

Abstract. This article examines the diagnosis and correction of misconceptions about biophysical processes among biology students in national (Kazakh-speaking) groups. The relevance of the study is determined by the fact that osmosis, diffusion and membrane potential are often learned as terms or formulas but do not always develop into stable conceptual understanding. The novelty of the study lies in proposing a diagnostic and corrective methodology that takes into account cognitive barriers and linguistic-educational conditions of biophysics learning in Kazakhstan's higher education context. The experiment was conducted at M. Utemisov West Kazakhstan State University and involved 48 second-year students: 23 in the control group and 25 in the experimental group. The diagnostic tools included multiple-choice tasks, open explanations, diagram analysis and situational tasks requiring knowledge transfer. The corrective methodology was based on cognitive conflict, visual modelling, work with terminology and collective analysis of erroneous statements. After the formative stage, the proportion of students with a low level of understanding in the experimental group decreased from 44.0% to 16.0%, while the proportion with a high level increased from 20.0% to 44.0%. Intergroup comparison indicated a statistical tendency and a moderate practical effect. The results suggest that the methodology is promising, although further testing on a larger sample is required.

Keywords: biophysics, biophysical processes, osmosis, diffusion, membrane potential, conceptual errors, knowledge diagnosis, correction of representations, biology students, national groups

Поступила 18 Апрель 2026

IRSTI 16.31.51

DOI: <https://doi.org/10.47344/twt5n268>Dina Kucherbayeva^{1*}, Juldyy Smagulova²^{1,2}KIMEP University, Almaty, Kazakhstan*e-mail: k.dina@kimep.kz

FROM POLICY TO PRACTICE: PRAGMATIC ACCEPTANCE OF TRANSLANGUAGING AMONG SECONDARY SCHOOL TEACHERS IN KAZAKHSTAN

Abstract. This study examines the pragmatic acceptance of translanguaging practices among secondary school teachers in Kazakhstan, highlighting a notable gap between official language policy and classroom realities. Although policy mandates monolingual instruction in Kazakh-medium schools, in practice, teachers frequently incorporate Russian and English to support student comprehension and address challenges related to Kazakh language proficiency and limited teaching resources. Drawing on interviews with nine teachers as agents of ‘micro-language implementation’ within broader ‘macro-language policies’ (Baldauf, 2006) and employing the critical framework of language choice and ideologies (Blackledge & Creese, 2010), the research examines language use strategies and ideologies among secondary school teachers. The findings reveal that despite formal education in Kazakh, some teachers rely on Russian for certain social functions, reflecting ongoing reverse language shift dynamics. This study underscores the need for more inclusive language policies that reflect multilingual realities and calls for further research into classroom pedagogies in educational institutions. The insights aim to inform policymakers and educational stakeholders about effective language development, planning, and the implementation of reforms in Kazakhstan.

Keywords: Kazakhstan, Kazakh, Russian, language ideology, language policy, translanguaging

Introduction

Education is seen as a site where knowledge and practices are both endorsed and contested (Winter & Pauwels, 2003), especially regarding language. As Spolsky (2009) notes, schools inherently participate in language management by defining which linguistic forms are recognized as appropriate. This process often creates a disconnect between the home language and the official school language. Since teaching predominantly occurs in a codified and officially approved “correct” language, school systems tend to favor standardization, which can marginalize or discourage the recognition of plurilingualism. As Spolsky observes, “monolingual education in the national official language is an unmarked case” (2009, p. 91), and it reflects “the ideological position of those who control them,” states Spolsky (2009, p. 104). Teachers serve as crucial mediators within this context. They bring personal beliefs and values about language, which are shaped by their professional training and social backgrounds, and often view the official language of instruction as naturally superior. Labov’s (1966) insight (cited in Spolsky 2009, p. 110) that teachers tend to come from social groups favoring linguistic standardization helps explain their focus on correctness and purism. However, teachers’ beliefs do not always match their classroom actions (Amara, 1988). In class interactions, they often see themselves as enforcers of linguistic standards, correcting or silencing non-standard forms, while students are seen as individuals whose language use and ideologies should be aligned with institutional norms (Spolsky, 2009, p. 91).

Teachers are generally expected to adhere to the designated language of instruction, reinforcing monolingual norms. Within this framework, switching between languages has traditionally been frowned upon in educational institutions (Blackledge & Creese, 2010, p. 203), despite evidence that code-switching can be an effective pedagogical resource in classroom interactions. This tension has often led both teachers and students to experience guilt when engaging in bilingual practices (Blackledge & Creese, 2010, p. 203). Some teachers feel that languages should be kept strictly

separate; mixing them may be perceived as inappropriate or even morally wrong (Zentella, 1981), a careless habit (Shin, 2004), poor pedagogical practice, or a sign of insufficient language proficiency (Martin, 2005).

While using both a local language and the official language of instruction is common in classrooms, it often faces criticism: it's frequently labelled as 'bad practice,' blamed on teachers' limited language skills, or simply ignored (Martin, 2005, p. 88). More generally, Ferguson (2003) suggests that code-switching is viewed negatively by government officials and education policymakers, despite its widespread use. Consequently, classroom code-switching often lacks official recognition and is marginalized (p. 38), rather than acknowledged as a valuable communication tool. Nationally, this attitude reflects a preference for the "correct and desirable" forms of specified languages over more adaptable multilingual approaches, revealing ongoing discomfort with descriptive over prescriptive language perspectives.

In this study, a clear distinction is made between *code-switching* and *translanguaging*, although both are discussed in relation to multilingual classroom practices. *Code-switching* is used in its traditional sense to refer to the alternation between two distinct linguistic systems (e.g., switching between Kazakh and Russian within interaction) (Ferguson, 2003). In contrast, *translanguaging* is understood as a broader pedagogical and sociolinguistic process that conceptualizes bilinguals' linguistic resources as an integrated repertoire rather than separate systems, involving flexible and strategic meaning-making across languages (García & Li, 2014; MacSwan, 2022). Accordingly, *code-switching* is used to describe observable language alternation, whereas *translanguaging* is used to refer to pedagogical practices and holistic language use in teaching and learning. This distinction is maintained throughout the manuscript to ensure conceptual clarity.

Spolsky (2021, p. 27) observes that instances in which teachers draw on children's linguistic varieties and where schools are open to home languages are often described as translanguaging practices. Originating in classroom research, "translanguaging" refers to the deliberate use of multiple linguistic resources in interaction. In educational contexts, García & Kano (2014) define it as a process in which teachers and students engage in "complex discursive practices that include all the language practices of all students in a class" (p. 261). They argue that such practices develop new language practices and sustain old ones, communicate and appropriate knowledge, and give voice to new sociopolitical realities by interrogating linguistic inequality. From a pedagogical perspective, translanguaging offers several advantages. Baker (2011) notes that it can promote a deeper understanding of the subject matter, support the development of weaker language skills, strengthen home-school connections, and integrate learners with differing levels of language proficiency. In practice, translanguaging allows for flexible movement across languages; for example, teachers may present information in one language while students respond in another. Rather than treating languages as separate systems, this approach views them holistically, without rigid boundaries in the learning process.

Recent research expands the concept of translanguaging beyond classroom interactions. Lewis & Simons. (2010, p. 1) characterize it as a process that improves understanding of language in use, allowing bilinguals to create meaning and influence experience, communication, and language production. In this context, translanguaging is viewed as a pedagogical strategy that enables learners to utilize their full linguistic repertoires, helping to bridge the gap between formal school language policies and everyday language practices (García & Li, 2014; MacSwan, 2022). This view reflects a broader shift toward considering translanguaging as a form of bilingual pedagogy that leverages the pedagogical potential of code-switching. García (2009) advocates for moving away from monoglossic ideologies toward more flexible understandings of language use, while López (2008) highlights that languages are not used in isolation but are interconnected in daily life. Likewise, Cummins (2006) promotes bilingual teaching methods, and Blackledge and Creese (2010) contend that language switching in linguistically diverse contexts is both natural and educationally beneficial. Collectively, these perspectives support incorporating adaptable bilingual practices into classrooms, recognizing their wider sociopolitical and historical influences.

These pedagogical and ideological shifts are reflected in empirical studies across diverse sociolinguistic settings. Chen and Rubinstein-Avila (2018) document attitudinal tensions between language policies and classroom practices in post-colonial contexts (e.g., Africa and Asia). Their study shows that code-switching functions as an effective interactional and pedagogical strategy for achieving learning outcomes. In Malaysia, Martin (2005) finds that classroom code-switching in rural communities is often regarded as a “safe” and functional practice, with instruction effectively operating in a bilingual mode that blends the official language with other linguistic resources. At the same time, such practices can signal a degree of disengagement from formal language policies, as teachers and students rely on available repertoires to facilitate understanding. Where policy frameworks fail to align with classroom realities and do not produce desired outcomes, they may ultimately be reconsidered or withdrawn, as illustrated by subsequent policy changes reported in Chen and Rubinstein-Avila (2018).

As advocates of bilingual pedagogy, Blackledge and Creese (2010) argue that multilingualism should be recognized as a normative resource in schools, rather than subordinated to monolingual instructional models. In practice, however, code-switching is rarely institutionally endorsed and is more often used pragmatically in response to local classroom conditions (*ibid*). This tension is evident in Lin’s (1996) analysis of Hong Kong, where prohibitions on classroom code-switching can disadvantage students with limited English proficiency by restricting their access to symbolic capital and, ultimately, social mobility. From this perspective, code-switching emerges not as a deficiency but as a pragmatic response to the dominance of English, with the potential to support the development of balanced academic bilingualism, particularly among socioeconomically disadvantaged students navigating English-medium education.

In Kazakhstan, translanguaging has yet to gain full recognition or institutional support as a valuable bilingual teaching strategy, highlighting a critical gap between language policies and classroom realities. In light of these dynamics, this study aims to explore the gap between official language policies and actual language practices within Kazakhstan’s educational settings. By examining teachers’ language choices, beliefs, and translanguaging strategies, the research seeks to reveal how language ideologies are negotiated in practice and how they impact language maintenance and shift. Understanding these complexities is essential for developing more inclusive and effective language policies that reflect the multilingual realities of schools and support the linguistic rights and identities of all students.

Research context

Kazakhstan was among the countries most affected by the Russification policies of the Russian Empire and the Soviet regime (Schatz, 2000a; Sharipova, 2020). These policies, together with broader social and political dynamics, shaped the extent and character of Kazakh–Russian language contact. Within the Soviet Union, Kazakhstan stood out for the high level of Russian proficiency among its titular population. By 1979, 52.3% of ethnic Kazakhs reported speaking Russian as a second language, a higher proportion than among Ukrainians (49.8%) and second only to Belarusians (49.0%) (Simon, 1991). By the late 1980s, many urban Kazakhs spoke Russian at near-native levels, whereas rural populations remained predominantly Kazakh-speaking (Fierman, 2006). This linguistic divide was closely tied to social stratification, with Kazakh associated with rural life, backwardness, and poverty (Dave, 1996; Smagulova, 2008). Despite a substantial language shift toward Russian among urban Kazakhs during this period, 85-90% of rural Kazakhs continued to use Kazakh in everyday communication. At the same time, Russian dominated key institutional domains, including education, mass media, governance, science, and the workplace (De Lorme, 1999; Schatz, 2000a; Fierman, 2012, p. 126). These dynamics were also reflected in the education system. The proportion of students enrolled in Kazakh-medium secondary schools declined sharply, from 75% in 1958 to 34.4% in 1991 (Smagulova, 2008; UNDP, 1992), underscoring the broader shift toward Russian as the primary language of upward mobility and institutional participation. Russians disproportionately occupied prestigious and well-remunerated positions and exerted significant influence over intellectual and institutional life. These asymmetries, combined with the limited availability of

Kazakh-medium education, contributed to a substantial language shift toward Russian among urban ethnic Kazakhs (Smagulova, 2008).

By 1989, over 60.5% of ethnic Kazakhs reported high levels of Russian literacy and oral proficiency, yet 97% still identified Kazakh as their mother tongue (Schwartz, 1991). However, as Fierman (1989, p. 174) points out, labeling Kazakh as a “native language” often reflected ethnic identity more than actual language ability. Similar trends were seen among other non-Slavic groups such as Germans, Koreans, and Tatars, many of whom were more proficient in Russian than their heritage languages. After the Soviet Union's collapse, efforts to establish Kazakh as the official language have been cautious. De Lorme's (1999) ethnographic study shows that educational authorities aim to strengthen Kazakh linguistic and cultural identity without alienating the large Russian-speaking population (Baldauf, 2006, p. 155). Despite rising enrollment in Kazakh-medium schools, Russian has retained a central role in independent Kazakhstan and remains the primary language among urban schoolchildren, even among those in Kazakh-medium education (Fierman, 2006; Kuzhabekova, 2019; Smagulova, 2016).

In the context where Kazakh-medium schools are viewed as safe spaces for Kazakh revitalization, educational discourse remains strongly shaped by monolingual norms despite students' multilingual repertoires and translanguaging practices. Although translanguaging is not formally recognized as a pedagogical approach in Kazakhstani schools, it is widely practiced informally, with teachers drawing on both Kazakh and Russian to facilitate instruction.

Methodology

This study employed a qualitative approach, using semi-structured interviews with secondary school teachers from Kazakh monolingual schools in Astana. Participants were recruited through a “friend-of-a-friend” sampling method, leveraging existing social networks to identify and invite teachers willing to share their experiences. This approach is commonly used in qualitative research when accessing relatively specific or less readily available populations, particularly where trust and insider networks facilitate participation (Noy, 2008). While snowball sampling enabled efficient access to participants with relevant teaching experience, it may introduce sampling bias, as participants are likely to be drawn from overlapping social or professional networks, which may limit the diversity of perspectives. To mitigate this, participants were recruited through multiple initial contacts across different schools in Astana to broaden the participant pool. In addition, variation in teaching experience, school subjects, and school contexts was actively sought.

The study included nine participants (T1–T9) from three schools in Astana (Schools A–C), selected to ensure variation in teaching experience, subject areas, and school context (Table 1). The sample comprised six females and two males, aged 24 to 65, representing both early-career and experienced teachers. Participants taught a variety of subjects, including English, Informatics, History of Kazakhstan, Physics, Mathematics, and Kazakh language, enabling a broad range of disciplinary perspectives.

Table 1

Information on the Interview Participants

Respondent's Code	Gender	Age	Occupation	Subject
T1	Female	28	School A	English language
T2	Female	29	School A	English language
T3	Male	24	School A	Informatics
T4	Male	26	School A	History of Kazakhstan
T5	Female	50	School B	English language

T6	Female	65	School B	Physics
T7	Female	59	School B	Mathematics
T8	Female	40	School C	Kazakh language
T9	Male	24	School C	Informatics

Ethical considerations were strictly observed throughout the research process. Prior to the interviews, both verbal and written informed consent were obtained from all participants, ensuring they understood the purpose of the study and their rights, including the option to withdraw at any time. To protect participant privacy, all personal data were anonymized, and any identifying information was removed from transcripts and reports to maintain confidentiality.

Semi-structured interviews were conducted in an open-ended format to explore teachers' language-use strategies in classroom practice. An interview guide ensured consistency while allowing flexibility, covering themes including professional background and linguistic repertoire, classroom language-use patterns, translanguaging practices, recent shifts in Kazakh use, and the influence of language policy. The interview questions addressed key areas, including how teachers select and alternate between languages in instruction, their use of translanguaging strategies, approaches to supporting students with diverse language proficiencies, and factors shaping changes in their language practices, including institutional and policy-related constraints. Participants were also invited to reflect on their beliefs about multilingual education, the perceived benefits of translanguaging, the challenges they face in multilingual classrooms, and the types of support they consider necessary. Example questions included: "What languages do you typically use during your lessons and why?", "In what situations do you switch between languages?", and "Do you intentionally combine multiple languages when teaching?". Interviews were conducted in Kazakh, Russian, or a flexible bilingual Kazakh–Russian mode, depending on participants' preferences and linguistic comfort, and participants frequently code-switched during the discussions, reflecting their natural communicative practices. This flexible linguistic approach facilitated nuanced responses regarding classroom language strategies and translanguaging practices.

The interviews were audio-recorded and lasted approximately 30-60 minutes each, with variation across participants. In total, this amounted to around seven hours of recorded data across the nine participants. The interviews were then transcribed verbatim to create textual data suitable for detailed analysis.

A reflexive thematic analysis approach was employed following Braun & Clarke (2006). Thematic analysis involved familiarizing oneself with the data through repeated readings of transcripts, followed by initial coding of meaningful segments related to language use and translanguaging practices. Both inductive and deductive coding were used: inductive codes were generated from the data to capture emerging patterns, while deductive codes were informed by existing concepts such as language policy and classroom language practices. Codes were then reviewed, grouped into broader themes, and refined to ensure coherence and consistency with the research questions. Themes such as language choice, translanguaging strategies, and the relationship between policy and classroom practice were ultimately identified.

Interview excerpts, presented in this study, were translated from Kazakh, Russian, or bilingual Kazakh–Russian into English by the first bilingual author and back-translated by the second. Discrepancies were resolved through consensus to ensure accuracy.

Results and discussion

This section outlines the study's key findings, organized around three interconnected themes: language choice, translanguaging strategies, and the link between policy and classroom practice (Table 2). The analysis reveals that teachers' decisions about instructional language are mainly influenced by the availability of subject-specific resources, with Russian and English often used due to a lack of academic materials in Kazakh. To overcome communicative challenges, teachers employ flexible translanguaging techniques, mixing Kazakh, Russian, and English to enhance student

understanding, especially when facing language barriers or unfamiliar terms. Nevertheless, these classroom practices frequently conflict with official language-in-education policies, which specify Kazakh as the only medium of instruction. This disconnect underscores the persistent dominance of Russian in students' linguistic repertoires and illustrates teachers' focus on ensuring comprehension rather than strict policy compliance.

Table 2

Emerging Themes on Language Practices in Kazakh-Medium Classrooms

Theme	Description	Representative quotations
Language choice	Teachers' selection of instructional language is shaped by availability of resources, subject-specific terminology, and student comprehension needs. Russian and English are frequently used due to limited accessibility of Kazakh-language academic materials.	<i>"I write articles first in Russian, then translate them into Kazakh... because I receive information only in Russian and English." (T5)</i> <i>"In Kazakh some information is not available... I am looking for material in Russian, it is easier to find." (T5)</i>
Translanguaging strategies	Teachers flexibly employ multiple languages (Kazakh, Russian, and English) to facilitate understanding, particularly when students experience language barriers or when terminology is difficult to convey in Kazakh.	<i>"I allow children with a language barrier to speak... even in three languages... If a student asks in Russian, it means the learning process is going on." (T4)</i> <i>"We try to explain in Kazakh, and for students who do not understand Kazakh, we explain in Russian." (T2)</i>
Relationship between policy and classroom practice	Although Kazakh is the official language of instruction, classroom practices often diverge from policy due to students' dominant use of Russian and teachers' need to ensure comprehension, creating tensions between policy expectations and instructional realities.	<i>"We do not have Russian classes... but they all speak Russian... then you must explain it all in Russian." (T1)</i> <i>"I try not to mix languages, but I end up speaking 'half-Kazakh'... this is certainly not correct." (T6)</i>

Note. Quotations are taken from semi-structured teacher interviews.

Theme 1 - Language choice. The interviewees also reported that information comes from Russian-language sources or is available in Russian. For example, in *Excerpt 1*, one of the secondary school teachers, who is currently a postgraduate student at the local university, stated that when she writes her articles, she first writes them in Russian and then translates them into Kazakh because the information she obtains is normally from Russian or English sources.

Excerpt 1 "I receive information only in Russian and English"

На казахском я статьи пишу сначала на русском, потом перевожу на казахский, к сожалению, потому что информацию я получаю только на русском и на английском [...] все

книги, буквально, пишутся на русском, потому что бывает так, что информацию, буквально, на казахском не получишь. Вот, приходится получать на русском.

[I write articles first in Russian, then I have to translate them into Kazakh, unfortunately, because I receive information only in Russian and English [...] all books are, literally, written in Russian because you can't get information, literally, in Kazakh. So you have to get it in Russian]. (Transcript, T5)

In *Excerpt 2*, the respondent, who teaches math in a Kazakh-medium school, faces challenges in obtaining information in the Kazakh language. She said that information in Kazakh is either unavailable or the wording needs to be more specific. When preparing teaching materials, she first searches for them in Russian because she believes it is easier. She stated that some video materials (e.g., on YouTube) are in Kazakh. However, these are limited, and the quality of the materials is different from those in Russian.

Excerpt 2 "In Kazakh some information is not available"

Бывает, что на казахском некоторая информация недоступна, какие-то слова, некоторые слова я могу не понять [...] даже прям вот сейчас у меня математика в казахском классе есть да, в 7 классе, я ищу материал на русском языке. Их легче найти, быстрее нахожу. А на казахском языке мне труднее найти [...] Я смотрю учусь чему-то у казахов. Тоже смотрю, но редко. Их мало, есть. Но их мало. Намного меньше, чем на русском языке. И по качеству тоже, подача на русском языке намного... там, получается, больше.

[It happens that in Kazakh some information is not available, some words I cannot understand [...] even right now I teach Maths in the Kazakh class, yes, I am looking for material in Russian, it is easier to find them, I find them faster, while in the Kazakh language it is more difficult for me to find [...] I watch (YouTube videos), and I learn something from Kazakhs; I also watch them, but rare, there are few of them, but there are few of them, but much fewer than in Russian, and in terms of quality and delivery, there is more information in Russian]. (Transcript, T5)

In their interviews, teachers described situations where students spoke Russian among themselves during school breaks. One teacher was disappointed to see Kazakh-speaking students, instead of conversing fluently in their native language, Kazakh, choose to communicate in Russian (*Excerpt 3*).

Excerpt 3 "Kazakh speaking kids talked in Russian"

[...] мысалы звонокта отырғанда балалармен любой темаға сөйлесіп кетеміз, класстан басқаша темаларға. Соны бір күні тілге сөйлесіп кеттік. Өздерінің арасында дискуссия болып жатыр - бәрі қазақтың балдары қап-қазақша келген, қазақша сөйлеп жатқан балдар. Сыртынан қарап, просто жалко, знаешь, маған зрелище болып көрінді, "жалкое зрелище" болады ғой. Қазақтың балдары қиналып орысша сөйлеп бір бірімен.

[...] for example, during the break, we discuss different topics with children, on topics different from the class material. And one day, we started talking about the language. There was a discussion among them (students); all the Kazakh-speaking kids talked in Russian with difficulty. It was like "a sorry sight" to see how they tried to use Russian regardless of their limited language proficiency"]. (Transcript, field notes)

Another teacher also complained, expressing bewilderment that students used Russian during breaks, even though they are in a Kazakh-medium school (*Excerpt 4*).

Excerpt 4 "The children used the Russian language more among themselves"

Я вот не понимаю тоже. Я работала получается в трех школах в Астане, и везде, так вот - были чисто казахские школы, где я работала, но даже в чисто казахских школах, где нет русскоязычных классов, почему-то дети применяли русский язык больше. Вот между собой, на переменах.

[I don't understand either. I worked at three schools in Astana and everywhere, so there were purely Kazakh-medium schools where I worked, but even in purely Kazakh schools with no Russian-speaking classes, for some reason, children used the Russian language more among themselves during breaks]. (Transcript, T5)

Likewise, Heller (2006) reported on the tension in a French-language minority school between expectations to make it a monolingual space and students' language practices, as they used other languages rather than French when speaking among themselves. Although the school expressed resistance to using English in a French-language minority school and attempted to eradicate it entirely, English remains a prevalent language among students.

In *Excerpt 5*, another teacher who previously worked at two schools in Astana said that students' use of Russian largely depends on the area where they live and their families' socioeconomic status. For example, at one school in an Astana suburb (on the right bank), students are mostly Kazakh-speaking; during class and breaks, they speak Kazakh. Students at another school in Astana's business area on the left bank are primarily Russian-speaking. They cannot fully express their thoughts in Kazakh.

Excerpt 5 "Many children speak Russian"

Бұл жақта қазақ сыныбында оқитын балалар, қазақ тілінде де сөйлейді, переменада да өз тілінде сөйлейді. Орыс сыныбындағы - орыс тілінде сөйлейді. Ал менің алдыңғы жұмыс істейтін мектебім, өзі толы қазақ мектебі болса да, бірақ көп балалар орысша сөйлейді. Мүмкін олардың отбасыларына байланысты шығар, себебі олар көбі левый берегта тұрады да, оларға сабақтарда да, былай кезде де, көбінесе орысша сөйлейтін. Біз жақта көбі балалар қазақша сөйлейді, қарапайым отбасына байланысты, сөз елпетіне. Көбі оқушылар қазақ болса да, қазақшаны түсінбей отырады оқушылар [...] мүмкін қалалық адамдар да сол жақта көбі солтүстіктің адамдары, жұмыс жасау да орталары олардың орыс тілдеі болды, сондықтан олар үйде көбінесе орысша сөйлейді [...] қазақ тілінде көбі ойын жеткізе алмайды ұзақ сұрақ қойса.

[Here (in this school), children studying in the Kazakh class speak the Kazakh language, and during breaks, the students speak their language. In Russian class - they speak Russian. In the school where I worked previously, although it was a Kazakh medium school, many children speak Russian. Maybe it's because of their families, because they mostly live on the left bank, and Russian was spoken to them in classes. In this school (where I am currently working), many children speak Kazakh because their families are ordinary. Although most of the students in the school are Kazakhs (I previously worked), they don't understand Kazakh [...] Maybe they are urban residents and are originally from the North. Their working environment is like Russian, so they often speak Russian at home [...]] (Transcript, T9)

Theme 2 - Translanguaging strategies. In interviews, teachers reported that they may explain concepts or prepare materials in Russian to support students' comprehension when students do not understand them in Kazakh.

In *Excerpt 6*, a secondary school teacher of Computer Studies stated that he uses Russian in a Kazakh-medium classroom because many terms and definitions in Informatics are borrowed from English. He believed that terminology related to computer studies is more readily explained in Russian than in Kazakh because Kazakh translations of these terms are incomprehensible to secondary school students.

Excerpt 6 "Many terms come from the English language"

Информатика пәні менде. Бізде сабақты қазақша түсіндіргеннен көрі орысша түсіндіргені ыңғайлырақ [...] себебі терминдер бізде көп ағылшын тілінен келгеннен кейін, оларды қазақшаға аудару түсініксіз болып жатады, сондықтан біз барынша орысша түсіндіру, беруге тырысамыз балаларға. Бірақ сабақ жүз пайыз жүрмесе де, ортасындағы терминдерді орысша айтып отырамыз балаларға.

[I teach Computer science. It is more convenient for us to explain the subject in Russian than in Kazakh [...] the reason is that many terms come from the English language. It isn't easy to translate them into Kazakh, so we try to explain them in Russian as much as possible. But even if the lesson is not taught in the Kazakh language, 100% we use Russian to explain the terminologies in class. (Transcript, T9)

Likewise, a teacher of the history of Kazakhstan allowed students to answer in three languages (Kazakh, Russian, and English) in the classroom when students faced language barriers (*Excerpt 7*).

The teacher believed that the most important thing is students' involvement and participation in classroom activities, regardless of the language students use to answer or ask questions, even though it is a Kazakh-medium school and the Kazakh language is supposed to be used as the sole official language of instruction.

Excerpt 7 "The learning process is going on"

Балаларға бұл жерде пәнді түсіндіру үшін көп жағдайда тілдік барьері бар балаларға тіпті үш тілде де сөйлеуге рұқсат беремін. Негізі өйткені бұл жерде сабақты түсіну жүз пайыз [...] оқушы сұрақ қойып отырса, ол оқу процессі жүріп жатыр деген сөз. Егер ол орысша сұрақ қойса, оқу процессі жүріп жатыр деген сөз, білім алу процессі [...] менде қазіргі кезде өзімде телефонда дәл осы Қазақстан тарихы кітабін бесінші сынып орыс тіліндегі PDF форматын өзіне жүктеп алған балалар бар, оларды мен толықтай қолдаймын, өйткені олардың ата-аналары орысша сөйлеген, айнала қоғам орысша болған. Бірақ қазақша сөйлеп қазақ тіліне баулға тырысамын.

[I allow children with a language barrier to speak in classroom, even in three languages, mainly because (the goal of the lesson is to make students) understand the lesson one hundred percent. [...] The learning process continues if a student asks a question. If a student asks a question in Russian, it means that the "learning process" is going on [...] I currently have students who have downloaded the book "History of Kazakhstan Grade Five" in Russian in PDF format on their phones, and I fully support them because their parents speak Russian. The environment they grew up in was Russian. However, I am trying to instill in them the Kazakh language knowledge as well]. (Transcript, T4)

In *Excerpt 8*, an English-language teacher at a Kazakh-medium school also stated that she uses three languages: English, Kazakh, and Russian. She believes that explaining English materials only through the Kazakh medium is challenging. The teacher stated that, even though using Kazakh in English is challenging, she does her best to incorporate it. For those who need help understanding the learning materials in Kazakh, she switches to Russian.

Excerpt 8 "It is difficult to explain in the Kazakh language"

Когда объясняешь английский язык, (смешение языков) - это вообще нормально, потому что на казахском языке объяснять тяжело, *бірақ оның өзінде де біз қазақша түсіндіреміз, қазақша түсінбеген оқушыларға - орысша түсіндіреміз.*

[When you explain English language, it (switching between languages) is normal practice, because it is difficult to explain (concepts) in the Kazakh language. But we try to explain in Kazakh, and for students who do not understand Kazakh, we explain in Russian]. (Transcript, T2)

Theme 3 - Relationship between policy and classroom practice. This is not always the case when bilingual strategies are welcomed in teaching in Kazakh-medium classrooms. For example, in *Excerpt 9*, the teacher stated that when she taught her subject in Kazakh, secondary school students spoke Russian during class sessions and responded in Russian, even though it was a Kazakh monolingual school. As an adherent of language purism and monolingual ideology in school settings, she encountered conflicts with students and their parents; they complained that they did not understand the class materials compiled in Kazakh. The teacher then provided students with Russian translations to resolve the issue. She further stated that providing them with Russian translations was challenging because she needed to learn to translate some Kazakh words and consult dictionaries.

Excerpt 9 "They all speak Russian"

У нас нет русских классов, как вы знаете, казахские классы. Но они все говорят на русском. Можете просто прислушаться на каком языке они говорят. Они все говорят на русском. Вроде казахский класс, и на уроке отвечают таким же способом. Ну зачем врать? Такова картина сейчас, получается, в Казахстане. Бывает так, в прошлом году у меня был класс, и они что-то не понимали на казахском. Мы часто конфликтовали с ними, и с родителями. Получается, я потом пошла на контакт, и сказала: "Если вы что-то не понимаете на казахском, пишите мне!" И они стали мне писать. Потом я как смогла, старалась, ну я объясняла кое-как. Но бывали и такие слова еще встречались, я даже сама не понимала. Я прям искала по словарям, есть же всякие словари, толковый словарь [...] вот этот класс, получается,

который попался мне - они полностью русскоязычные. Вот объясняешь им тему какую-то на казахском, они скажут не понимают. И потом приходится объяснять это все на русском. И они потом понимают. У нас были еще всякие конфликты такие.

[We do not have Russian classes, as you know, Kazakh classes. But they (students) all speak Russian. You can just listen to what language they speak. They all speak Russian. It seems like a Kazakh class, but in the classroom, they answer in Russian. Well, why lie? This is the picture we now have, as it appears, in Kazakhstan. It happened that last year, I taught students who didn't understand the class materials in Kazakh. We often had conflict situations with them and their parents. And then I decided to solve the issue and said: "If you don't understand something in Kazakh, text me!" And they began to text me. Then I did my best, tried, well, I explained somehow. But there were also such words that I did not even understand. I just looked for their translations in dictionaries; there are all sorts of dictionaries, an explanatory dictionary, and so on [...] this group of students that I came across - they are entirely Russian-speaking. When you explain some topics in Kazakh to them, they will say they don't understand. And then you must explain it all in Russian. And then they understand. We've had all sorts of conflicts like this]. (Transcript, T1)

The excerpt above shows that teachers, as implementers of macro-policies, encounter practical issues when teaching subjects in Kazakh-medium schools. First, teachers need help explaining the concepts in Kazakh because the translations of borrowed English words into Kazakh, or definitions of some Kazakh words, are incomprehensible. The teachers noted that many terms originate from English, making translation into Kazakh difficult. Some words are hard for them to understand, and explaining English concepts through Kazakh poses challenges. Additionally, students' limited proficiency in Kazakh hampers their ability to grasp learning materials in the language.

In the interviews, the Kazakh teachers, likewise, the teachers at Bengali complementary schools in the United Kingdom (Blackledge & Creese, 2010), believed that during class sessions, code-switching between languages is inappropriate (*Excerpt 10*) and that languages should be preserved and kept from contamination by other linguistic resources.

Excerpt 10 "I'm talking in "half-Kazakh," even during the lesson"

Потому что мы біз нақты айтып кете алмаймыз, поэтому некоторые мысли мы быстро выражаем на русском. Өзім де шала сөйлеп кетемін зой сабақтың үстінде де, дәл сабақтың үстінде айтып келе жатамын да, мыслим мы на русском языке, бұл, конечно, дұрыс емес.

[Because we cannot talk clearly (in Kazakh), some thoughts are quickly expressed in Russian. I'm talking in "half-Kazakh," even during the lesson, I'm talking in it right during the lesson, we think in Russian, this is certainly not correct] (Transcript, T6)

In *Excerpt 11*, another teacher who supports language purism believes that people should speak in a pure language. She believes that people need to speak in the language they are addressed to, and it is not correct to mix languages.

Excerpt 11 "Code-switching is wrong"

Это неправильно. Если ты начал на английском, будь добр, до конца на английском говори. И если надо на русском, ты же, в принципе, видишь на каком языке человек разговаривает, если ты владеешь этим же языком, ты можешь обращаться в повседневной жизни. Я стараюсь так и делать, если ко мне обращаются на русском - я отвечаю на русском. Если ко мне обращаются на казахском - то есть я тоже отвечаю на казахском. Для меня это не составляет сложности, и я стараюсь не смешивать язык, мне это не нравится.

[It (code-switching) is wrong. If you start in English, please do a favor, and speak English until the end. And if you speak Russian, you can, well, see in which language a person speaks, if you speak the same language, you can communicate in everyday life. I strive to do the same. If they speak to me in Russian - I answer in Russian. If they speak to me in Kazakh - then I also answer in Kazakh. For me, it is not complicated, and I try not to mix the language, I don't like it]. (Transcript, T1)

This pattern is in line with findings from previous studies on code-switching in classroom settings, where such practices are discouraged. As Williams (2011) argues, there should be a distinction between the language of instruction and the language of learning. The socio-political and historical contexts in which bilingual classroom practices are embedded should be considered

(Blackledge & Creese, 2010). The excerpts in this study showcase practical examples in which teachers, while officially working in Kazakh-medium schools, resort to using Russian to ensure comprehension among students, particularly when it comes to specialized terminology in subjects like Computer Studies and History. Pragmatic acceptance of translanguaging pedagogy among teachers facilitates better understanding when students face difficulties with the Kazakh translations of specialized terms, especially those borrowed from English. As teachers note, some Kazakh words are incomprehensible because they are borrowed from Russian or English. With this in mind, to prepare classroom materials, they have to look for sources in the Russian language or prepare handouts in the Russian language. If students complain that they do not understand the class materials in Kazakh, teachers may encounter conflicts with students and their parents. Despite the prevalence of translanguaging in practice, teachers, positioned as both implementers of national language policy and proponents of monolingual, purist norms, often express concern that Kazakh is not consistently used by students even in Kazakh-medium schools. This concern reflects a perceived mismatch between policy expectations and everyday linguistic behavior. As the data indicate, the continued availability and visibility of Russian in educational materials, literature, and media reinforce an enduring sense of its dominance, a legacy sustained from the Soviet period.

The findings indicate that secondary school teachers express frustration when Kazakh-speaking students preferentially use Russian in peer interaction. Several teachers also questioned the coherence and force of the existing language policy, noting the absence of clear mechanisms to promote the development and modernization of Kazakh or to require functional proficiency among professionals. In their view, the prestige of Kazakh has not yet reached a level at which it can fully operate as a language of science, education, and media.

Conclusion

Effective classroom pedagogy is central to the development of fluent Kazakh speakers, and this depends in part on the availability of high-quality textbooks and instructional materials in Kazakh. As Spolsky (2021, p. 24) notes, language instruction in schools is a “powerful predictor of whether a language will continue.” At the same time, the institutionalization of a language as a medium of instruction presupposes its codification and standardization (Tollefson & Tsui, 2018, p. 261), with corpus planning ideally preceding the implementation of medium-of-instruction policies (Ferguson, 2022).

The findings of this study, however, suggest that these conditions remain only partially met. Teachers report persistent gaps in scientific and technical terminology in Kazakh, resulting in subjects such as science and mathematics being often taught through a *de facto* bilingual approach, even in formally Kazakh-medium schools. Kazakh is the official language of instruction, but Russian is commonly used in classrooms to aid understanding, clarify concepts address gaps in Kazakh-language resources, and facilitate communication between teachers and students. Although these bilingual approaches are frequently employed, their educational significance is neither officially acknowledged nor systematically incorporated into policies or training programs. This creates uncertainty among school stakeholders, who must deliver Kazakh-medium instruction while navigating a context in which Russian remains a vital language of learning.

In this study, we reported on the link between language choice, language practices, and language ideologies in a Kazakh-medium school setting. The findings indicate that, despite an official preference for monolingual instruction, translanguaging is widely employed in practice. Teachers draw on both Kazakh and Russian to compensate for gaps in Kazakh-language teaching materials and underdeveloped subject-specific terminology, and to address the needs of Russian-dominant students enrolled in Kazakh-medium schools. Crucially, teachers prioritize students’ comprehension, participation, and engagement over strict adherence to the prescribed language of instruction. From their perspective, effective learning outcomes depend less on maintaining a rigid monolingual framework than on ensuring that students can access and actively engage with the content.

References

- Amara, M. H. (1988). Arabic diglossia: conditions for learning the standard variety. *Aljadid*, 12, 14-23.
- Baker, C. (2011). *Foundations of bilingual education and bilingualism*. Multilingual matters.
- Baldauf, R. B. (2006). Rearticulating the Case for Micro Language Planning in a Language Ecology Context. *Current Issues in Language Planning*, 7(2-3), 147-170. <https://doi.org/10.2167/cilp092.0>
- Blackledge, A and Creese, A. (2010). *Multilingualism: A Critical Perspective*. London: Continuum.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Chen, Y., & Rubinstein-Avila, E. (2018). Code-Switching Functions in Postcolonial Classrooms. *Language Learning Journal*, 46(3), 228-240. <https://doi.org/10.1080/09571736.2015.1035669>
- Cummings, S. N. (2006). Legitimation and identification in Kazakhstan. *Nationalism and Ethnic Politics*, 12(2), 177-204. <https://doi.org/10.1080/13537110600734547>
- Dave, B. (1996). *Politics of language revival: National identity and state building in Kazakhstan*. Syracuse, N.Y.: Syracuse University.
- DeLorme, R. S. (1999). *Mother tongue, mother's touch: Kazakhstan government and school construction of identity and language planning metaphors*. University of Pennsylvania. Available at <https://www.proquest.com/openview/2c7938a7f9ef519ac70447db5fd9c55c/1?cbl=18750&diss=y&pq-origsite=gscholar>
- Ferguson G. (2003). Classroom codeswitching in post-colonial contexts: Functions, attitudes, and policies. *AILA Review*, 16(1), 38-51. <https://doi.org/10.1075/aila.16.05fer>
- Fierman, W. (1989). Glasnost' in practice: The Uzbek experience. *Central Asian Survey*, 8(2), 1–45. <https://doi.org/10.1080/02634938908400663>
- Fierman, W. (1998). Language and identity in Kazakhstan: Formulations in policy documents 1987–1997. *Communist and Post-Communist Studies*, 31(2), 171-186. [https://doi.org/10.1016/S0967-067X\(98\)00005-1](https://doi.org/10.1016/S0967-067X(98)00005-1)
- Fierman, W. (2012). Reversing Language Shift. In Schiffman, Harold. *Language Policy and Language Conflict in Afghanistan and Its Neighbors*. (pp. 119-175). BRILL. https://doi.org/10.1163/9789004217652_006
- García, O. (2009). *Bilingual education in the 21st century: A global perspective*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- García, O., & Kano, N. (2014). Translanguaging as process and pedagogy: Developing the English writing of Japanese students in the US. *The multilingual turn in languages education: Opportunities and challenges*, 258-277.
- García, O., and Li, W. (2014). *Translanguaging: Language, Bilingualism and Education*. Basingstoke: Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/9781137385765>
- Kadirova, R. B. (2018). *The Sociolinguistic Attitudes of Kazakhs Towards the Latin Alphabet and Orthography Reform in Kazakh* [Doctoral dissertation, The University of North Carolina at Chapel Hill]. Available at <https://cdr.lib.unc.edu/concern/dissertations/br86b405f>
- Kuzhabekova, A. (2019). Language Use among Secondary School Students in Kazakhstan. *Applied Linguistics Research Journal (Online)*, 3(2), 1–14. Available at <https://hdl.handle.net/20.500.12528/1396>
- Labov, W. (1966). Hypercorrection by the lower middle class as a factor in linguistic change. *Sociolinguistics*. The Hague: Mouton, 84(10).
- Lewis, M. P., & Simons, G. F. (2010). Assessing endangerment: expanding Fishman's GIDS. Available at https://www.researchgate.net/profile/Gary-Simons/publication/228384852_Assessing_endangerment_Expanding_Fishman's_GIDS/links/00b7d52790a83cb9e3000000/Assessing-endangerment-Expanding-Fishmans-GIDS.pdf
- López, L. E. (2008). Top-down and bottom-up: Counterpoised visions of bilingual intercultural education in Latin America. In *Can schools save Indigenous languages? Policy and practice on*

- four continents (pp. 42-65). London: Palgrave Macmillan UK.
https://doi.org/10.1057/9780230582491_3
- MacSwan, J. (2022). *Multilingual Perspectives on Translanguaging*. Multilingual Matters.
- Martin, P. (2005). Safe' language practices in two rural schools in Malaysia: Tensions between policy and practice. *Decolonisation, Globalisation*, 16.
- Noy, C. (2008). Sampling Knowledge: The Hermeneutics of Snowball Sampling in Qualitative Research. *International Journal of Social Research Methodology*, 11(4), 327–344.
<https://doi.org/10.1080/13645570701401305>
- Schatz, E. (2000a). The Politics of Multiple Identities: Lineage and Ethnicity in Kazakhstan. *Europe-Asia Studies*, 52(3), 489–506. <https://doi.org/10.1080/713663070>
- Shin, S. J. (2004). Developing in two languages: Korean American children in America. *Clevedon: Multilingual Matters*. Available at <https://www.jstor.org/stable/40264440>
- Smagulova, J. (2008). Language Policies of Kazakhization and Their Influence on Language Attitudes and Use. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 11(5), 440–475. <https://doi.org/10.1080/13670050802148798>
- Smagulova, J. (2016). Revival of Kazakh: Achievements and Challenges. In E. S. Ahn & J. Smagulova (Eds.), *Language change in Central Asia* (Vol. 106). Berlin, Germany: Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
- Spolsky, B. (2009). *Language management*. Cambridge University Press.
- Spolsky, B. (2021). Rethinking language policy. In *Rethinking Language Policy*. Edinburgh University Press.
- Tollefson, J. W., & Tsui, A. B. (2018). *Medium of instruction policy* (Vol. 1, pp. 257-279). New York: Oxford University Press.
- United Nations Development Program (UNDP) (1992). Kazakhstan: Report on Human Development. Almaty: UNDP.
- Willans, F. (2011). Classroom code-switching in a Vanuatu secondary school: Conflict between policy and practice. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 14(1), 23–38. <https://doi.org/10.1080/13670050903576038>
- Winter, J. and Pauwels, A. (2003) Mapping trajectories of change – women's and men's practices and experiences of feminist linguistic reform in Australia. *Australian Review of Applied Linguistics*, 26 (1), 19–37. <https://doi.org/10.1075/aral.26.1.03win>
- Zentella, A. C. (1981). Tá bien, you could answer me en cualquier idioma: Puerto Rican codeswitching in bilingual classrooms. *Latino language and communicative behavior*, 6, 109–32.

Дина Көшербаева^{1*}, Жұлдыз Смағұлова²
^{1,2}КИМЭП Университеті, Алматы, Қазақстан
^{*}e-mail: k.dina@kimep.kz

САЯСАТТАН ПРАКТИКАҒА: ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ОРТА МЕКТЕП МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ ТРАНСЛИНГВИЗМ ПРАГМАТИКАЛЫҚ ҚАБЫЛДАУЫ

Аңдатпа. Бұл зерттеу Қазақстандағы орта мектеп мұғалімдерінің транслингвизм тәжірибесін прагматикалық тұрғыдан қабылдауын талдайды және ресми тіл саясаты мен сыныптағы нақты жағдай арасындағы елеулі алшақтықты анықтайды. Ресми деңгейде қазақ тілінде монотілді оқыту жүргізілсе де, іс жүзінде мұғалімдер оқушылардың материалды жақсы түсінуі үшін қазақ тілін меңгерудегі қиындықтар мен шектеулі оқу ресурстарын жеңу мақсатында жиі орыс және ағылшын тілдерін қолданады. Зерттеудің негізі ретінде «макро тіл саясаты» аясындағы «микро тіл енгізу» агенттері (Baldauf, 2006) ретінде қарастырылған тоғыз

мұғаліммен жүргізілген сұхбаттар алынған. Сонымен қатар, тіл таңдау мен идеологияларға қатысты сыншыл теория (Blackledge & Creese, 2010) қолданып, орта мектеп мұғалімдерінің тіл қолдану стратегиялары және тілдік идеологиялар жан-жақты зерттелді. Нәтижелер ресми түрде қазақ тілінде оқытылса да, кейбір мұғалімдердің әлеуметтік кейбір функцияларды орындау үшін орыс тілін жиі пайдаланатынын көрсетеді, бұл тілдің кері ауысу үрдісінің әлі де жалғасып жатқанын білдіреді. Зерттеу көптілді шындықты ескеретін, баршаға қолжетімді тіл саясатын әзірлеудің маңыздылығын ерекше атап өтеді және білім беру мекемелеріндегі сыныптағы тілдік практикаларды тереңірек зерттеуді ұсынады. Жиналған мәліметтер Қазақстандағы тіл саясатын дамыту, жоспарлау және реформаларды табысты жүзеге асыру үшін саясаткерлер мен білім беру саласындағы мүдделі тараптарға маңызды ақпарат ұсынуға бағытталған.

Түйін сөздер: Қазақстан, қазақ тілі, орыс тілі, тілдік идеология, тілдік саясат, транслингвизм

Дина Кучербаева^{1}, Жұлдыз Смагулова²*
^{1,2} Университет КИМЭП, Алматы, Казахстан
 *e-mail: k.dina@kimep.kz

ОТ ПОЛИТИКИ К ПРАКТИКЕ: ПРАГМАТИЧЕСКОЕ ПРИНЯТИЕ ТРАНСЛИНГВИЗМА СРЕДИ УЧИТЕЛЕЙ СРЕДНИХ ШКОЛ В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация. Данное исследование посвящено прагматическому восприятию практик транслингвизма среди учителей средних школ в Казахстане и выявляет существенное расхождение между официальной языковой политикой и реальной ситуацией в классах. Хотя официально в казахскоязычных школах предполагается моноязычное обучение, на практике учителя часто прибегают к использованию русского и английского языков, чтобы облегчить понимание материала учениками и справиться с трудностями, связанными с недостаточным уровнем владения казахским языком и ограниченными учебными ресурсами. В основе исследования лежат интервью с девятью педагогами, которых рассматривают как агентов «микровнедрения языка» в рамках более масштабных «макроязыковых политик» (Baldauf, 2006). Применяя критическую теорию языкового выбора и идеологий (Blackledge & Creese, 2010), исследование анализирует стратегии использования языка и связанные с ними идеологии, реализуемые учителями в средних школах. Полученные результаты демонстрируют, что несмотря на формальное обучение на казахском языке, часть учителей использует русский язык для выполнения определённых социальных функций, что свидетельствует о продолжающейся динамике обратного языкового сдвига. Исследование акцентирует внимание на необходимости разработки более инклюзивной языковой политики, учитывающей многоязычную реальность, и призывает к углублённому изучению педагогических практик в образовательных учреждениях. Выводы исследования нацелены на информирование ключевых участников образовательного процесса с целью содействия эффективному развитию языковой сферы, планированию и успешной реализации реформ в системе образования Казахстана.

Ключевые слова: Казахстан, казахский язык, русский язык, языковая идеология, языковая политика, транслингвизм

Received 9 April 2026

IRSTI 28.23.37

DOI: <https://doi.org/10.47344/88hpey93>

Gaukhar Duisenova^{1*}, Nurzhan Shyndaliyev², Rustam Shadiev³
^{1,2} L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
³ Zhejiang University, Hangzhou, China
 *e-mail: gauhar.duisen9@gmail.com

AI-PERSONALIZED PROGRAMMING TASKS BASED ON DIGITAL TRACE ANALYSIS: A PILOT STUDY WITH PRE-SERVICE COMPUTER SCIENCE TEACHERS IN A CONTAINERIZED LAB ENVIRONMENT

Abstract. Pre-service computer science teacher education must simultaneously develop programming competence and pedagogical content knowledge, yet no empirical study has evaluated whether AI-driven task personalization based on digital trace analysis can support this dual objective in a containerized laboratory environment. This paper presents a mixed method quasi-experimental pilot study involving 32 pre-service informatics teachers in two university cohorts in Kazakhstan. Participants in the experimental group ($n = 17$) received AI-personalised programming tasks generated from a real-time analysis of their digital footprints in Docker-based virtual laboratories; control groups ($n = 15$) completed the same tasks in the same environment without customization. Over eight weeks, the experimental group achieved statistically significantly higher gains in both programming skills assessment ($d = 0.71$, $p = 0.012$) and validated TPACK survey instruments ($d = 0.58$, $p = 0.031$), with particularly strong effects in teaching content knowledge subscales ($d = 0.84$). Qualitative analysis of post-study interviews revealed that participants valued the transparency of task recommendations but expressed concern about algorithmic fairness and the accuracy of the system's assessment of their pedagogical knowledge. These findings provide the first preliminary empirical evidence that TPACK-aligned AI personalization from digital traces is feasible and effective for pre-service informatics teacher training, while identifying concrete design improvements for subsequent iterations.

Keywords: AI personalization, digital trace analysis, pre-service teachers, programming education, containerized virtual laboratory, TPACK, mixed-methods pilot study, learning analytics, Kazakhstan

Introduction

The dual challenge facing pre-service informatics teacher education is widely acknowledged but poorly served by current instructional technology. Existing intelligent tutoring systems and adaptive programming platforms optimize exclusively for skill acquisition in general computing student populations. They offer no scaffolding for the pedagogical knowledge development that distinguishes teacher preparation from ordinary computing education (Saeli et al., 2011; Mouza et al., 2021). At the same time, the behavioral data produced by modern containerized programming laboratories contains rich evidence of both knowledge types. Compilation events and keystroke patterns reflect programming content knowledge, while code annotations and help-seeking strategies reflect pedagogical self-awareness. No deployed system exploits this multi-signal stream for TPACK-aligned personalization (Ihantola et al., 2015; Azcona et al., 2019).

This gap has real implications in the educational setting of Central Asia where this research is focused. The national informatics curriculum of Kazakhstan was significantly extended after the 2019 Digital Kazakhstan state program, which led to a severe shortage of qualified informatics teachers. The teachers' training has to be carried out efficiently within the time limits of the university programs (Ministry of Digital Development, 2017). The pre-service teacher candidates in Kazakhstani universities have very diverse programming backgrounds when they come into the informatics teacher programs. Some have previous competition programming experience while others have the

minimum exposure at best. Therefore adaptive personalized instruction is not simply a luxury that one can do without but is structurally an absolute necessity for equitable preparation outcomes even within a single cohort (Yadav et al., 2017).

The present study evaluates a prototype implementation of an adaptive educational system (AES) architecture, grounded in the four-component model of Brusilovsky and Peylo (Brusilovsky & Peylo, 2003), extended to incorporate TPACK-aligned learner modeling for pre-service teacher contexts. The study addresses three research questions. RQ1 asks whether AI-personalized task delivery based on digital trace analysis produces significantly greater programming skill gains than standard instruction in the same containerized environment. RQ2 asks whether AI personalization based on TPACK-aligned trace analysis produces significantly greater TPACK development than standard instruction, particularly on the Pedagogical Content Knowledge subscale. RQ3 asks how pre-service informatics teacher candidates perceive AI-driven task personalization and what design implications emerge from their perceptions.

The paper is organized as follows. Section 2 reviews the empirical literature directly relevant to the study design. Section 3 describes the prototype system, study participants, and methodology in detail. Section 4 presents quantitative and qualitative results. Section 5 discusses findings in the context of the broader literature and identifies design implications. Section 6 concludes.

Literature Review

AI Personalization in Programming Education: Evidence Base

The strongest empirical evidence for AI-driven personalization in programming education comes from data-driven hint generators and knowledge-tracing-based adaptive sequencing systems. Rivers and Koedinger's ITAP system demonstrated in a randomized study that data-driven next-step hints generated from aggregated solution paths improved task completion rates and reduced subsequent error rates compared to no-hint conditions, with particularly strong effects for students in the middle tercile of prior knowledge (Rivers & Koedinger, 2017). Aleven et al. carried out research over time on the behaviour of raising a hand for help in intelligent tutoring systems. They found that the effectiveness of computer-generated help is largely determined by the level of control the learner has over the situation. Giving students hints without them asking for it makes them perform better temporarily but discourages them from finding solutions on their own in the future, whereas hints that are asked for at the right moment help to develop both these skills (Aleven et al., 2016). The results of this research are the basis for one of our changes we made in this research, i.e. showing AI-generated recommendations as optional with a clear explanation of the reasoning behind them rather than forced task assignments.

Since 2023, LLM-based methods to programming task generation and personalization have rapidly increased in number. Denny and his colleagues showed that GPT-4-style models are capable of generating programming exercises that are syntactically correct and pedagogically aligned with different levels of difficulty and topic coverage. However, they observed that the models tend to create exercises that target general skill areas rather than specific student misunderstandings (Denny et al., 2024). Prather et al.'s comprehensive working group report identified over-reliance on AI-generated content as a significant risk in programming education. They recommended that AI task generation be integrated within a human-supervised curriculum framework, a recommendation incorporated in the present study's design (Prather et al., 2023).

Digital Trace Analysis for Learner Profiling

Digital trace-based learner profiling in programming education has reached sufficient maturity to support reliable risk prediction and strategy characterization in general computing student populations. Azcona, Hsiao, and Smeaton's longitudinal study of 211 students demonstrated that digital footprint features like submission timing, compilation frequency, and error recovery latency predicted semester outcomes with AUC = 0.84 from week three onward (Azcona et al., 2019). Zhang, Shi, and Huang more recently showed that keystroke-derived features explained 31% of variance in expert-rated code quality scores independently of compilation correctness. They also established that trace data carries information about programming process quality beyond simple correctness metrics

(Zhang et al., 2023). Neither study involved teacher candidates, and neither connected trace features to TPACK dimensions.

TPACK Development in Pre-Service Informatics Teachers

Empirical studies of TPACK development in pre-service informatics teacher programs consistently find that Pedagogical Content Knowledge is the component that develops most slowly and requires the most deliberate instructional scaffolding (Saeli et al., 2011; Mouza et al., 2021). Villegas-Ch, Garcia-Ortiz, and Sanchez-Viteri did a systematic review to see how AI and learning analytics were used in teacher education. They only found three studies that tried to use behavioral data to help develop TPACK, and none of those studies were about informatics teachers or programming contexts (Villegas-Ch et al., 2022). Standl and Brinda conducted a design study of teaching-learning laboratories in informatics teacher education. They recognized reflective task design and peer discussion of learner misconceptions as the most effective pedagogical strategies for PCK development. However, they carried out these strategies by manual instructor intervention rather than automated systems (Standl & Brinda, 2020).

Adaptive Educational System Architectures

Adaptive educational systems have been formally theorized for nearly three decades. Brusilovsky and Peylo's four-component AES architecture organizes adaptive instruction around a domain model, a learner model, an adaptation model, and a presentation layer (Brusilovsky & Peylo, 2003). The first model is about structured knowledge to be taught, second one is continuously updated estimates of the learner's knowledge state, third rules mapping learner states to instructional actions, and finally the interface through which adapted content is delivered. This architecture has been validated across multiple educational domains and remains the dominant design template for intelligent adaptive systems in formal education. Its application to teacher education contexts, where the domain model must encode both content knowledge and pedagogical knowledge simultaneously, has not been systematically explored. The present study instantiates this architecture within a containerized programming laboratory environment and extends the learner model to track TPACK component mastery independently.

Method

Research Design

The study employed a mixed-methods quasi-experimental design with pre-test and post-test measurements and a concurrent qualitative strand. Because of the institutional setup of the participating programs, a quasi-experimental design rather than a fully randomized one was required: participants were divided into experimental and control groups according to the information of their enrollment in one of two parallel sections of the same course at two different partner universities. University A was assigned to the experimental condition and University B to the control condition prior to participant enrollment, based on differences in local infrastructure readiness for container orchestration deployment rather than on any participant-level characteristic. This was done to reduce the selection bias while taking into account the institutional limitations. Two distinct institutional settings, and unmeasured differences in instructor style, campus culture, or program emphasis may have contributed to observed outcome differences independently of the intervention. A qualitative strand of the research was a set of post-study semi-structured interviews with a purposive subsample of 12 participants, where 6 experimental and 6 control were selected to depict the entire spectrum of programming skills and gender identities present in the sample.

Participants

Thirty-two pre-service informatics teacher candidates participated in the study across two universities in Kazakhstan. University A contributed 17 participants to the experimental group (10 female, 7 male; mean age 20.3 years, SD = 1.2); University B contributed 15 participants to the control group (9 female, 6 male; mean age 20.7 years, SD = 1.4). All participants were enrolled in their second year of a four-year Bachelor of Education (Informatics) program and were taking their first structured Python programming course as part of the curriculum. Pre-test scores on the programming skills assessment ($M_{\text{exp}} = 41.3$, $SD = 8.7$; $M_{\text{ctrl}} = 42.1$, $SD = 9.2$) and TPACK

survey ($M_{\text{exp}} = 3.21$, $SD = 0.44$; $M_{\text{ctrl}} = 3.18$, $SD = 0.51$) did not differ significantly between groups (programming: $t(30) = 0.27$, $p = 0.79$; TPACK: $t(30) = 0.18$, $p = 0.86$). It confirms group equivalence at baseline. Ethical approval was obtained from the institutional review boards of both universities. All participants provided written informed consent prior to enrollment.

The Adaptive Programming Laboratory System

The prototype system instantiates Brusilovsky and Peylo's four-component AES architecture (Brusilovsky & Peylo, 2003) within a Kubernetes-orchestrated deployment, allocating one Docker container per participant. Every container hosted a JupyterLab instance as the main programming interface, equipped with a specially-designed Python telemetry plugin that recorded keystrokes, cell execution attempts, and output streams. The container runtime was set to Docker Event API logging system to track filesystem operations and process lifecycle events at the event capture level. A shared ELK (Elasticsearch-Logstash-Kibana) pipeline collected events from all the containers in real-time, using TPACK-aligned feature extraction rules to identify the TPACK component each behavioral signal most directly represents.

The learner model part kept four separate Bayesian Knowledge Tracing (BKT) chains per participant (Corbett & Anderson, 1994), with one for each of the main TPACK components targeted in the course: Content Knowledge, Technological Knowledge, Pedagogical Knowledge, and Pedagogical Content Knowledge. After each work session, these chains were updated following the usual BKT equations. The personalization decision followed a fixed sequence. The adaptation engine identified the TPACK component with the lowest current BKT mastery estimate as the personalization target for the following session. That target, together with the participant's current CK mastery level and the week's course topic, was inserted into a structured GPT-4o prompt template that specified a pedagogical framing level: none for CK-only tasks, partial for TK or PK targets, and full for PCK targets. Full framing required the generated task to include an explicit learner-perspective element, such as annotating a solution for a hypothetical secondary school student or diagnosing a described misconception. The adaptation engine employed the GPT-4o API alongside a well-structured prompt template which identified the target TPACK component, the participant's current content knowledge mastery level as estimated by BKT, the course topic for the week, and a pedagogical framing level (none, partial, or full) that was decided by a weakest-component targeting policy derived from the AES adaptation model layer. In the experimental group, participants received three task options at the start of each session: one targeting their weakest TPACK component, one at their current content knowledge level without pedagogical framing, and one of their own choice. A brief explanation of why each option was recommended accompanied the choices. In the control group, participants received the same set of tasks used in the experimental group but delivered in a fixed sequence identical for all control participants, without personalized recommendations.

Instruments

Programming skill was assessed using a 40-item practical assessment covering Python fundamentals. They include: variables, conditionals, loops, functions, lists, dictionaries, recursion, and object-oriented basics, adapted from CodeWorkout and validated in a prior administration with 84 pre-service informatics teachers in Kazakhstan (Edwards & Murali, 2017). Scores are reported as percentages of maximum possible score. TPACK was assessed using the 28-item TPACK Survey for Computing Education adapted by Schmidt et al. and subsequently validated by Saeli et al. for informatics teacher contexts, measuring all seven TPACK components on a five-point Likert scale (Saeli et al., 2011; Schmidt et al., 2009). System usability in the experimental condition was assessed using the System Usability Scale (SUS), a validated ten-item instrument scored on a 0–100 scale (Brooke, 1996). SUS was administered only to experimental participants because control participants did not interact with the personalization interface and therefore had no basis for usability judgement. Adjective ratings follow the interpretation framework of Bangor, Kortum, and Miller (2008). Semi-structured interviews were conducted with a purposive subsample of 12 participants after the study concluded. Sessions were conducted in Kazakh or Russian according to participant preference and audio-recorded with consent. Recordings were transcribed verbatim and translated into English by a

certified bilingual translator; a second bilingual researcher independently verified all translations before analysis.

Procedure

The study ran for eight weeks during the spring semester of the 2023-2024 academic year. Each week involved one two-hour structured lab session in the virtual laboratory environment, covering one Python topic according to the course syllabus. All participants in both groups attended the same eight weekly two-hour lab sessions, followed the same course syllabus, and had equal access to instructor office hours. Instructors were briefed on the study protocol and instructed to maintain equivalent engagement across groups. Digital trace data were collected automatically throughout each session. No additional data collection instruments were administered during sessions themselves.

Quantitative analysis used independent-samples t-tests for group comparisons on pre-test scores and analysis of covariance (ANCOVA) for post-test comparisons with pre-test scores as covariates, controlling for baseline differences. Effect sizes are reported as Cohen's *d*. The statistical significance threshold was set at $\alpha = 0.05$ with Bonferroni correction applied for the seven TPACK subscale comparisons (adjusted $\alpha = 0.0071$). All analyses used R version 4.3.2. Qualitative data were analyzed using reflexive thematic analysis following Braun and Clarke's six-phase procedure (Braun & Clarke, 2006). Two researchers independently coded the interview transcripts; inter-rater reliability on the initial coding was assessed at Cohen's kappa = 0.81. Disagreements were resolved through discussion and the final theme set was reviewed by a third researcher with expertise in educational technology.

Data Privacy and Ethics

All digital trace data, including keystroke logs, compilation event streams, and container system events, were pseudonymized at the point of collection by replacing participant identifiers with randomly generated numeric codes. Raw data were stored on password-protected university servers accessible only to the two lead researchers, retained for the duration of the analysis phase, and deleted following publication. Participants were provided with a written data collection notice at enrollment that enumerated each trace type collected, explained its analytical purpose, and described retention and deletion procedures. Separate written consent was obtained for trace data collection, interview audio recording, and transcript translation.

Results

Programming Skill Development

Table 1 presents pre-test and post-test programming skill scores for both groups. The experimental group improved from a pre-test mean of 41.3% to a post-test mean of 63.7%, a gain of 22.4 percentage points. The control group improved from 42.1% to 56.9%, a gain of 14.8 points. After adjusting for pre-test scores, the between-group difference was statistically significant and of medium-to-large practical magnitude: $F(1, 29) = 7.14$, $p = 0.012$, $\eta^2 = 0.197$, $d = 0.71$. All experimental participants exceeded their pre-test score; in the control group, two participants showed minimal gains and one showed a slight decrease.

Table 1

Pre-test and post-test programming skill scores (% of maximum) by condition

Group	n	Pre-test M (SD)	Post-test M (SD)	Gain	<i>d</i>
Experimental (AI-personalized)	17	41.3 (8.7)	63.7 (7.4)	+22.4	0.71*
Control (standard)	15	42.1 (9.2)	56.9 (8.8)	+14.8	—

Note. ANCOVA $F(1, 29) = 7.14$, $p = .012$, $\eta^2 = .197$. *d* = Cohen's *d* for experimental vs. control gain.

* $p < .05$ (ANCOVA with pre-test covariate).

TPACK Development

Table 2 presents pre-test and post-test TPACK survey scores for the overall scale and the seven subscales across both groups. The experimental group showed significantly greater overall TPACK gains than the control group: $F(1, 29) = 5.42$, $p = 0.031$, $\eta^2 = .157$, $d = 0.58$. The strongest effect was observed on the Pedagogical Content Knowledge subscale ($d = 0.84$, $p = 0.003$ after Bonferroni correction), which carried the lowest baseline scores in both groups and was the primary target of the weakest-component personalization policy. The Technological Knowledge subscale showed the second-largest effect ($d = 0.61$), while the Pedagogical Knowledge subscale showed a moderate but non-significant effect after Bonferroni correction ($d = 0.48$, $p = .021$, adjusted $\alpha = 0.007$). Content Knowledge gains did not differ significantly between groups ($d = 0.31$, $p = 0.14$), consistent with the system's design intent to ensure CK development through course content exposure in both groups while differentially targeting PCK through personalization.

Table 2

TPACK survey scores (1-5 scale) at pre- and post-test by condition.

TPACK Component	Exp Pre	Exp Post	Ctrl Pre	Ctrl Post	Exp Δ	Ctrl Δ	d
Overall TPACK	3.21 (0.44)	3.89 (0.38)	3.18 (0.51)	3.51 (0.47)	+0.68	+0.33	0.58*
TK	3.18 (0.52)	3.82 (0.41)	3.22 (0.48)	3.49 (0.44)	+0.64	+0.27	0.61*
PK	3.31 (0.48)	3.79 (0.43)	3.28 (0.53)	3.52 (0.49)	+0.48	+0.24	0.48
CK	3.44 (0.41)	4.02 (0.36)	3.41 (0.46)	3.87 (0.42)	+0.58	+0.46	0.31
PCK	2.94 (0.56)	3.78 (0.47)	2.97 (0.61)	3.28 (0.53)	+0.84	+0.31	0.84**

Note. Five of the seven TPACK subscales are reported. TCK and TPK are omitted because neither was a primary target of the personalization policy, which directed adaptation toward the four components modeled by the BKT chains: CK, TK, PK, and PCK. Pre-registered analysis therefore treated TCK and TPK as secondary outcomes. Both showed small, non-significant between-group differences ($d < 0.22$, $p > .18$) and are not discussed further.

* $p < .05$ (ANCOVA);

** $p < .05$ after Bonferroni correction. Selected subscales shown; full results available from the corresponding author

System Usability and Acceptance

Usability evaluation of the experimental condition ($n = 17$) produced a mean SUS score of 72.4 ($SD = 11.8$). This positions the system within the 'Good' adjective rating category as defined by Bangor, Kortum, and Miller. Among individual items, learnability and consistency received the strongest endorsement from participants, with mean ratings of 4.1 and 3.9 respectively. Cognitive overhead presented the most notable weakness. The reverse-scored item addressing mental burden returned a mean of 2.4, indicating that navigating between the task recommendation interface and the programming workspace introduced periodic disruption to participants' workflow. This finding warrants attention in future design iterations. Willingness to adopt the system in subsequent coursework was nonetheless high. Thirteen of the 17 experimental participants, representing 76.5%, expressed agreement or strong agreement with continued use.

Qualitative Findings

Thematic analysis of the 12 interviews produced four themes: (1) perceived accuracy of personalization, (2) emotional responses to AI knowledge assessment, (3) metacognitive activation through pedagogical framing, and (4) design suggestions for transparency and control.

Theme 1 - Perceived accuracy of personalization. Participants in the experimental condition largely viewed the system's programming skill recommendations as appropriate and well-matched to their developmental stage. The perceived difficulty gradient was a recurring theme in qualitative responses. One participant observed that assigned tasks consistently sat just beyond their most recently completed work, describing them as challenging but achievable. This pattern reflects a degree of adaptive calibration that participants found motivating rather than discouraging. Pedagogical content knowledge recommendations were received less favourably. Two participants reported that PCK-targeted tasks felt disconnected from their own sense of where difficulties lay, raising questions about the alignment between classifier output and candidate self-perception. This tension points to a meaningful limitation. The pedagogical reflection classifier, while functional, does not appear to reliably mirror how candidates themselves understand their PCK development. Whether this reflects genuine misalignment in the model's inferences or a gap between actual and perceived competence remains an open question for subsequent investigation.

Theme 2 - Emotional responses to AI knowledge assessment. Several experimental participants reported discomfort when the system surfaced PCK-targeted recommendations, interpreting the suggestion as an implicit signal that their pedagogical knowledge was deficient. One participant described the experience as follows: "When it told me to focus on explaining to a student, I felt like it was saying I did not really know how to teach this. That was hard to accept at first" (P03, experimental). In contrast, two control participants indicated in post-study interviews that they would have welcomed access to such a system, expressing curiosity about how their TPACK profile compared to their own self-assessment. The finding illustrates a consistent duality: transparency in AI-driven knowledge assessment can activate either productive self-reflection or defensive resistance, depending on how the feedback is framed and whether the learner has agency over the response.

Theme 3 - Metacognitive activation through pedagogical framing. A consistent finding across experimental participants was that PCK-targeted tasks prompted a qualitatively different kind of engagement with the programming material. Participants to annotate solutions with explanations for hypothetical learners or to identify common misconceptions about the topic because tasks required it. Participants described becoming more aware of 'what was hard about this for me when I first learned it,' 'which parts I could not explain clearly,' and 'why someone might write the wrong solution.' One participant articulated this shift directly: "I started thinking about why this would confuse a student who had never seen loops before. I had not thought about it that way when I was learning it myself" (P11, experimental). This metacognitive activation was uniformly perceived positively. It was also cited by all six experimental interview participants as the aspect of the system they valued most.

Theme 4 - Design suggestions for transparency and control. All 12 interview participants, regardless of condition, identified greater transparency and learner control as the most important improvements for future system iterations. Specific suggestions included displaying each participant's TPACK profile graph; allowing participants to dispute or override a task recommendation with an explanation; and providing a brief account of which specific behavior in the previous session triggered the current recommendation. These suggestions are directly addressable through interface design modifications and are incorporated into the design implications discussed in Section 5.

Discussion

The significant positive effects of AI personalization on both programming skill ($d = 0.71$) and overall TPACK development ($d = 0.58$) are encouraging for a first empirical evaluation of a novel system. The particularly strong effect on the PCK subscale ($d = 0.84$) is especially noteworthy. PCK is consistently identified in the teacher education literature as the most difficult TPACK component to develop and the one most poorly served by conventional instruction (Saeli et al., 2011; Mouza et

al., 2021). That the weakest-component targeting policy directed the majority of recommendations toward PCK, the dimension carrying the lowest baseline scores across both groups, and that this focus produced the largest observed effect, together constitute strong evidence that the TPACK-aligned adaptation mechanism functioned as designed. The system identified the most underdeveloped knowledge dimension, concentrated instructional effort there, and the outcome data reflected that priority. This is precisely the pattern an adaptive mechanism of this kind should produce.

The non-significant difference in CK gains between groups deserves careful interpretation. CK development fell outside the system's design scope. Its purpose was to layer PCK and TK growth on top of whatever content knowledge gains the standard curriculum already produced. The outcome pattern reflects this logic. Comparable CK gains across both groups confirm the system neither enhanced nor disrupted the content knowledge trajectory that coursework alone provides, while substantially larger PCK gains in the experimental group indicate that pedagogical development was added without displacing foundational knowledge acquisition. The intervention operated additively, targeting a gap standard instruction leaves unaddressed. This is a key concern in pre-service teacher preparation where instructional time is constrained.

The qualitative findings converge on a central tension in AI-personalized teacher education. The same transparency that makes personalization educationally valuable can trigger defensive emotional responses when applied to professional identity-relevant knowledge like PCK. This tension is not unique to the present system. It parallels findings from formative assessment research showing that feedback on higher-order thinking skills is more threatening to learner identity than feedback on surface-level correctness (Baker & Hawn, 2022). For the adaptive system architecture, this implies that TPACK profile communication must be designed with careful attention to framing: emphasizing growth and development potential rather than current deficiency, providing behavioral evidence for assessments, and enabling learner agency through override mechanisms.

The Theme 3 finding is theoretically significant. PCK-targeted tasks activated qualitatively richer metacognitive engagement than standard tasks. This suggests that the adaptation engine's pedagogical framing mechanism does not merely append an explanatory exercise to an existing programming task. It fundamentally shifts the learner's cognitive orientation toward the material, prompting a dual-perspective engagement as both programmer and future teacher. This cognitive reorientation may be the distinctive mechanism through which PCK development is accelerated. Future research should examine whether this effect is specific to tasks that explicitly require learner-perspective framing or whether other pedagogical designs can achieve it.

Three limitations of the present study require acknowledgment. First, the sample size of 32 participants is small, and the quasi-experimental design precludes definitive causal inference about the system's effects. The effect size estimates, while encouraging, carry wide confidence intervals (programming $d = 0.71$, 95% CI [0.04, 1.36]; TPACK $d = 0.58$, 95% CI [-0.04, 1.18]) that overlap with zero at the lower bound, underscoring the preliminary nature of the findings. Second, the study was conducted at a single point in time in a specific institutional and cultural context. Additionally, because experimental and control participants were enrolled at two different universities, institutional factors such as instructor personality, campus learning culture, and local curriculum emphasis cannot be fully disentangled from the intervention effect. A within-institution randomized design in future work would eliminate this confound. Generalization to other teacher education programs, particularly in settings with different pedagogical traditions regarding AI use in education, requires caution. Third, the pedagogical reflection classifier was developed and validated specifically for this study context; its performance in other linguistic and institutional settings is unknown.

Conclusion

This pilot study provides preliminary empirical evidence that TPACK-aligned AI personalization based on digital trace analysis from a containerized programming laboratory can support the dual development objectives of pre-service informatics teacher preparation. The findings are exploratory in nature and should be interpreted with appropriate caution given the small sample, quasi-experimental design, and single-context setting. Deploying a four-component AES architecture with

TPACK-aligned learner modeling produced measurable educational value in an authentic teacher education context. Significantly greater gains in both programming skill and TPACK development among the experimental group, with a particularly pronounced effect on the PCK subscale, confirm that principled adaptive design translates into observable learning outcomes. Qualitative findings present a more nuanced picture. Participants valued the metacognitive activation that pedagogically framed tasks produced and reported high system usability, yet expressed concern about AI-driven PCK assessment and called for greater transparency and learner agency. These concerns are addressable through targeted interface modifications prior to broader deployment. Future work should prioritize a larger pre-registered randomized controlled trial to establish more precise effect size estimates and test robustness across cohort contexts. A longitudinal study following teacher candidates through their student teaching placements would establish whether the PCK gains observed in the virtual laboratory transfer to authentic classroom instruction. The metacognitive activation mechanism identified in Theme 3 also deserves dedicated investigation: understanding the conditions under which dual-perspective pedagogical framing activates this effect would provide a theoretically grounded basis for optimizing the adaptation engine's task generation policy. Together, these studies would build the evidence base needed to responsibly scale this AES approach from a promising pilot to a validated component of pre-service informatics teacher preparation.

References

- Aleven, V., Roll, I., McLaren, B. M., & Koedinger, K. R. (2016). Help helps, but only so much: Research on help seeking with intelligent tutoring systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 205–223. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0089-1>
- Azcona, D., Hsiao, I.-H., & Smeaton, A. F. (2019). Detecting students-at-risk in computer programming classes with learning analytics from students' digital footprints. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 29(4), 775–806. <https://doi.org/10.1007/s11257-019-09234-7>
- Baker, R. S., & Hawn, A. (2022). Algorithmic bias in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(4), 1052–1092. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00285-9>
- Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An Empirical Evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 24(6), 574–594. <https://doi.org/10.1080/10447310802205776>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Brusilovsky, P., & Peylo, C. (2003). Adaptive and intelligent web-based educational systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 13(2–4), 159–172.
- Corbett, A. T., & Anderson, J. R. (1994). Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 4(4), 253–278. <https://doi.org/10.1007/BF01099821>
- Denny, P., Prather, J., Becker, B. A., Finnie-Ansley, J., Hellas, A., Leinonen, J., & Sarsa, S. (2024). Computing education in the era of generative AI. *Communications of the ACM*, 67(7), 56–67. <https://doi.org/10.1145/3624720>
- Edwards, S. H., & Murali, K. P. (2017). CodeWorkout: Short programming exercises with built-in data collection. *Proceedings of the 2017 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 155–160. <https://doi.org/10.1145/3059009.3059025>
- Ihantola, P., Vihavainen, A., Ahadi, A., Butler, M., Borstler, J., Edwards, S. H., & Hilton, A. (2015). Educational data mining and learning analytics in programming: Literature review and case studies. *Proceedings of the 2015 ITiCSE on Working Group Reports*, 41–63. <https://doi.org/10.1145/2858796.2858798>
- Ministry of Digital Development, Innovation and Aerospace Industry of the Republic of Kazakhstan. (2017). Digital Kazakhstan state programme 2018–2022. Government of Kazakhstan.
- Mouza, C., Yadav, A., & Ottenbreit-Leftwich, A. (Eds.). (2021). Preparing pre-service teachers to teach computer science: Models, practices, and policies. *Information Age Publishing*.

- Prather, J., Reeves, B. N., Denny, P., Becker, B. A., Leinonen, J., Luxton-Reilly, A., MacNeil, S., Sarsa, S., Sheard, J., & Tran, A. (2023). The robots are here: Navigating the generative AI revolution in computing education. *Proceedings of the 2023 ITiCSE Working Group Reports*, 108–159. <https://doi.org/10.1145/3623769.3623809>
- Rivers, K., & Koedinger, K. R. (2017). Data-driven hint generation in vast solution spaces: A self-improving Python programming tutor. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 27(1), 37–64. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0070-z>
- Saeli, M., Perrenet, J., Jochems, W. M. G., & Zwaneveld, B. (2011). Teaching programming in secondary school: A pedagogical content knowledge perspective. *Informatics in Education*, 10(1), 73–88.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123–149. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544>
- Standl, B., & Brinda, T. (2020). Design and evaluation-concept for teaching and learning laboratories in informatics teacher education. In *Informatics in schools: Engaging learners in computational thinking*. ISSEP 2020 (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 12518, pp. 118–130). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63212-0_11
- Villegas-Ch, W., Garcia-Ortiz, J., & Sanchez-Viteri, S. (2022). Artificial intelligence and learning analytics in teacher education: A systematic review. *Education Sciences*, 12(8), Article 569. <https://doi.org/10.3390/educsci12080569>
- Yadav, A., Stephenson, C., & Hong, H. (2017). Computational thinking for teacher education. *Communications of the ACM*, 60(4), 55–62. <https://doi.org/10.1145/2994591>
- Zhang, Z., Shi, Y., & Huang, R. (2023). Utilizing programming traces to explore and model the dimensions of novices' code-writing skill. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(4), 897–912. <https://doi.org/10.1002/cae.22622>

Гаухар Дуйсенова^{1*}, Нуржан Шындалиев², Рустам Шадиев³

^{1,2}Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

³Чжэцзян университеті, Ханчжоу, Қытай

*e-mail: gauhar.duisen9@gmail.com

ЦИФРЛЫҚ ІЗДЕРДІ ТАЛДАУ НЕГІЗІНДЕ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ АРҚЫЛЫ ЖЕКЕЛЕНДІРІЛГЕН БАҒДАРЛАМАЛАУ ТАПСЫРМАЛАРЫ: КОНТЕЙНЕРЛЕНГЕН ЗЕРТХАНАЛЫҚ ОРТАДАҒЫ БОЛАШАҚ ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІМЕН ЖҮРГІЗІЛГЕН ПИЛОТТЫҚ ЗЕРТТЕУ

Андатпа. Компьютерлік ғылым бойынша болашақ мұғалімдерді даярлау бағдарламалау құзыреттілігі мен педагогикалық мазмұндық білімді бір мезгілде дамытуы тиіс, алайда сандық іздерді талдау негізіндегі жасанды интеллект арқылы тапсырмаларды жекелендіру контейнерлендірілген зертхана ортасында осы екі мақсатты қолдай алатынын бағалайтын эмпирикалық зерттеу жүргізілмеген. Бұл мақала Қазақстандағы екі университеттің екі когортында 32 болашақ информатика мұғалімдерін қамтыған аралас әдісті квазиэксперименттік пилоттық зерттеуді ұсынады. Эксперименттік топтың қатысушылары ($n = 17$) Docker негізіндегі виртуалды зертханалардағы сандық ізінің нақты уақыттағы талдауы арқылы жасалған AI-персоналдандырылған бағдарламалау тапсырмаларын орындады; бақылау топтары ($n = 15$) сол ортада ешқандай жекелендірусіз бірдей тапсырмаларды орындады. Сегіз апта бойы эксперименттік топ бағдарламалау дағдыларын бағалау бойынша ($d = 0,71$, $p = 0,012$) және расталған TPACK сауалнама құралдары бойынша ($d = 0,58$, $p = 0,031$) статистикалық тұрғыдан маңызды жоғары нәтижелерге қол жеткізді, әсіресе оқыту мазмұны

бойынша білім субшкаласында ($d = 0,84$) әсері айтарлықтай күшті болды. Зерттеуден кейінгі сұхбаттардың сапалық талдауы қатысушылардың тапсырма ұсыныстарының айқындылығын жоғары бағалағанын көрсетті, бірақ олар алгоритмдік әділдік пен жүйенің педагогикалық білімдерін бағалаудағы дәлдігіне қатысты алаңдаушылық білдірді. Бұл нәтижелер сандық іздер негізінде ТРАСК қағидаларына сәйкес жасалған жасанды интеллект арқылы жекелендірудің болашақ информатика мұғалімдерін даярлауда мүмкін әрі тиімді екеніне алғашқы эмпирикалық дәлелдер ұсынады және кейінгі кезеңдерге нақты дизайн жақсартуларын анықтайды.

Түйін сөздер: жасанды интеллект арқылы жекелендіру, цифрлық іздерді талдау, болашақ мұғалімдер, бағдарламалау білім беруі, контейнерленген виртуалды зертхана, ТРАСК, аралас әдістерге негізделген пилоттық зерттеу, оқу аналитикасы, Қазақстан

Гаухар Дуйсенова^{1}, Нуржан Шындалиев², Рустам Шадиев³*

^{1,2} Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

³ Чжэцзянский университет, Ханчжоу, Китай

e-mail: gauhar.duisen9@gmail.com

ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И АНАЛИЗА ЦИФРОВЫХ СЛЕДОВ: ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ С БУДУЩИМИ УЧИТЕЛЯМИ ИНФОРМАТИКИ В КОНТЕЙНЕРИЗИРОВАННОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ СРЕДЕ

Аннотация. Подготовка будущих учителей информатики должна одновременно развивать навыки программирования и предметные педагогические знания, однако до сих пор не было проведено ни одного эмпирического исследования, в котором бы оценивалось, может ли персонализация заданий с помощью ИИ на основе анализа цифровых следов способствовать достижению этой двойной цели в контейнерной лабораторной среде. В данной статье представлено квазиэкспериментальное пилотное исследование с использованием смешанных методов, в котором приняли участие 32 будущих учителя информатики из двух университетских групп в Казахстане. Участники экспериментальной группы ($n = 17$) получали персонализированные с помощью ИИ задачи по программированию, сгенерированные на основе анализа их цифровых следов в реальном времени в виртуальных лабораториях на базе Docker; участники контрольной группы ($n = 15$) выполняли те же задачи в той же среде без индивидуальной настройки. За восемь недель экспериментальная группа достигла статистически значимо более высоких результатов как по оценке навыков программирования ($d = 0,71$, $p = 0,012$), так и по валидированным инструментам опроса ТРАСК ($d = 0,58$, $p = 0,031$), причем особенно сильный эффект наблюдался в подшкалах знаний по предмету преподавания ($d = 0,84$). Качественный анализ интервью, проведенных после завершения исследования, показал, что участники высоко оценили прозрачность рекомендаций по заданиям, но выразили озабоченность по поводу алгоритмической справедливости и точности оценки системой их педагогических знаний. Эти результаты предоставляют первые эмпирические данные, свидетельствующие о том, что персонализация на основе ИИ с учетом модели ТРАСК, основанная на анализе цифровых следов, является осуществимой и эффективной для подготовки будущих учителей информатики, а также позволяют определить конкретные направления совершенствования методики для последующих итераций.

Ключевые слова: персонализация с использованием искусственного интеллекта, анализ цифровых следов, будущие учителя, обучение программированию, контейнеризированная виртуальная лаборатория, ТРАСК, пилотное исследование со смешанными методами, аналитика обучения, Казахстан

Received 1 April 2026

IRSTI 14.35.07

DOI <https://doi.org/10.47344/3vvhx9f82>

Roza Mukhitdinova¹, Alla Bugayeva^{2*}, Murat Auyelbek³, Guldana Seitova⁴, Aigerim Butobayeva⁵
^{1,2,3,4,5}Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan

*e-mail: jaratylystanu@gmail.com

INTEGRATION OF ENVIRONMENTAL CONTENT INTO NATURAL SCIENCE DISCIPLINES AS A FACTOR IN FORMING STUDENTS' ENVIRONMENTAL COMPETENCE

Abstract. The article presents the results of a pedagogical study aimed at developing environmental competence among students in teacher education programs through the integration of environmental content into natural science disciplines. The relevance of the study is determined by the need to prepare future teachers capable of addressing contemporary environmental challenges within the context of sustainable development and the digital transformation of education. The purpose of the study is to design and experimentally validate a model for developing environmental competence based on the STEAM approach and interdisciplinary integration. The study was conducted at Zhetysu University named after I. Zhansugurov and involved 127 students. The research employed a pedagogical experiment, testing, questionnaires, and statistical data analysis. The experimental design included diagnostic, formative, and control stages. The results demonstrated a significant improvement in the environmental competence of students in the experimental group: the proportion of students with a high level increased from 18% to 42%, while the proportion with a low level decreased from 36% to 14%. A statistically significant correlation was identified between the cognitive and activity-based components ($r = 0.96$; $p < 0.001$). The findings confirm the effectiveness of integrating environmental content and STEAM technologies into the educational process and highlight their potential for modernizing teacher education programs.

Keywords: environmental competence, STEAM, higher education, interdisciplinary approach, environmental education

Introduction

Contemporary environmental challenges, including climate change, ecosystem degradation, and increasing anthropogenic pressure, necessitate a reconsideration of the content of higher education and the strengthening of the environmental orientation in the training of future teachers (Khutorskoi, 2013; Sterling, 2001; UNESCO, 2017; Wiek et al., 2011). Within the framework of sustainable development, environmental competence is understood as an integrative personal characteristic that combines knowledge, values, and practical skills required for environmentally responsible behavior (Li et al., 2024; Damoah et al., 2024; Imran et al., 2024).

An analysis of current research indicates that traditional educational programs remain insufficiently oriented toward practice-based and interdisciplinary learning. The scholarly literature emphasizes the need to integrate environmental content across various academic disciplines and to employ active teaching methods, including project-based learning, inquiry-based tasks, and case study analysis (Baidenko, 2018; Gilmanshina et al., 2018; Olimov et al., 2024; Supratman et al., 2025).

Particular attention is given to the STEAM approach, which enables the integration of scientific knowledge, engineering thinking, digital tools, and creative forms of knowledge representation. This approach fosters the development of systems thinking in environmental contexts and strengthens the connection between theoretical preparation and practical problem-solving (Bybee, 2013; Cebrián et al., 2015; Yakman, 2008).

At the same time, most existing studies focus primarily on school-level education, while the issue of comprehensive integration of environmental content into natural science disciplines within

higher pedagogical education remains insufficiently explored. Therefore, the aim of this study is to develop and experimentally validate a model for forming students' environmental competence based on the integration of environmental content and STEAM technologies.

Literature Review

Contemporary research in environmental education confirms that the integration of environmental content into natural science disciplines is one of the key factors in developing students' environmental competence (Olimov et al., 2024; Supratman et al., 2025; Handayani et al., 2024). This approach contributes to the development of environmental literacy, systems thinking, value orientations, and practice-oriented behavior, thereby fostering a holistic readiness for environmentally responsible action.

The scholarly literature identifies two principal models of integrating environmental content: interdisciplinary and subject-oriented. The interdisciplinary model involves embedding environmental topics across multiple disciplines – such as biology, chemistry, physics, and geography – thereby promoting a holistic scientific worldview and systems-based environmental thinking (Jonāne, 2008; Karimova, 2023). In contrast, the subject-oriented model, most commonly implemented within biology, facilitates deeper acquisition of ecological knowledge through the study of local ecosystems and engagement in practice-based tasks (Supratman et al., 2025).

A substantial body of research emphasizes the role of pedagogical technologies in ensuring the effectiveness of such integration. The most effective approaches include active learning methods, such as project-based learning, inquiry-based learning, and fieldwork. These methods enhance students' research skills, critical thinking, and reflective abilities, while also supporting the application of knowledge in real-world contexts (Gilmanshina et al., 2018; Olimov et al., 2024; Herlanti et al., 2024). In contrast, traditional reproductive teaching methods are considered less effective in fostering environmental competence.

The content dimension of environmental education encompasses a broad range of topics, including ecosystems, biodiversity, sustainable development, natural resource management, and environmental safety. Moreover, increasing attention is given to the formation of environmental values, responsibility, and ecological awareness, reflecting a shift from a knowledge-based to a value-oriented educational paradigm (Leicht, 2023; Supratman et al., 2025; Lovren et al., 2023).

Empirical studies provide strong evidence for the effectiveness of integrating environmental content. For example, a quasi-experimental study involving 925 students demonstrated that integrated instruction leads to a higher level of environmental worldview formation compared to traditional approaches (Olimov et al., 2024). Additionally, such approaches promote environmentally responsible behavior, including participation in conservation activities and the development of sustainable environmental attitudes (Supratman et al., 2025).

Particular importance is attributed to the development of environmental thinking as an integrative learning outcome. Environmental thinking is conceptualized as a synthesis of systems-based scientific reasoning and practical activity aimed at solving environmental problems (Gilmanshina et al., 2018). This approach supports the ability to analyze complex natural–anthropogenic systems and make informed decisions.

Despite the proven effectiveness of integrating environmental content, the literature also identifies several barriers to its implementation. These include insufficient teacher preparedness, limited instructional resources, time constraints within curricula, and inadequate institutional support (Supratman et al., 2025). Addressing these challenges requires the development of comprehensive strategies focused on teacher training and curriculum enhancement.

A review of the literature indicates that most studies are concentrated at the level of secondary education, whereas the integration of environmental content within higher pedagogical education remains insufficiently explored. Furthermore, there is a lack of comprehensive models that account for the interdisciplinary nature of teacher training and the use of modern educational technologies, including the STEAM approach.

Thus, the identified research gap lies in the need to develop and empirically validate a model for integrating environmental content into natural science disciplines within higher pedagogical education. The present study aims to address this gap by proposing and testing an effective model for the development of students' environmental competence.

Methods and Materials

The study was conducted at Zhetysu University named after I. Zhansugurov and was aimed at examining the effectiveness of integrating environmental content into natural science disciplines as a factor in the formation of students' environmental competence. The participants included students enrolled in teacher education programs in natural science disciplines (6B01509-Geography, 6B01508-Biology, 6B01506-Chemistry, and 6B01503-Physics). The total sample consisted of 127 students, who were divided into an experimental group (EG) and a control group (CG).

The methodological framework of the study was based on competency-based, systemic, and interdisciplinary approaches in education. The competency-based approach was considered as the foundation for the development of students' environmental competence, encompassing a set of environmental knowledge, value orientations, and practical skills aimed at fostering a responsible attitude toward the environment. The systemic approach made it possible to examine the process of environmental competence formation as an integrated pedagogical system, including educational content, teaching methods, and learning outcomes. The interdisciplinary approach ensured the integration of environmental knowledge into the content of various natural science disciplines.

The study was carried out in several stages. At the diagnostic (ascertaining) stage, the initial level of environmental competence of students in both the experimental and control groups was assessed. For this purpose, testing, questionnaires, and analysis of students' academic performance were employed. Environmental competence was evaluated based on three key components: the cognitive component (level of environmental knowledge), the value-motivational component (attitudes toward environmental issues and readiness for environmentally responsible behavior), and the activity-based component (the ability to apply environmental knowledge in solving practical tasks).

At the formative stage, the integration of environmental content into natural science disciplines was implemented. Environmental modules were introduced into eight courses within the teacher education programs in physics, chemistry, biology, and geography: *Electricity and Magnetism*, *Fundamentals of Micro- and Nanotechnologies*, *Colloid Chemistry*, *Low-Waste and Zero-Waste Chemical Technologies*, *Soil Biology*, *Biological Resources of Kazakhstan*, *Meteorology with Basics of Climatology*, and *Soil Geography*. Within these courses, problem-based lectures, practical assignments, case study analysis, as well as project-based and research-oriented student activities were applied.

At the control stage, a repeated assessment of students' environmental competence in both the experimental and control groups was conducted in order to identify changes resulting from the implementation of the integrated educational modules. The obtained data were compared with the results of the initial diagnostic stage.

Statistical data processing included comparative analysis, correlation analysis, and Student's t-test. Differences were considered statistically significant at $p < 0.05$. The comparison of indicators between the experimental and control groups made it possible to determine the effectiveness of integrating environmental content into natural science disciplines in the process of training future teachers.

Results and Discussion

The results of the conducted pedagogical experiment indicate a pronounced positive dynamic in the development of environmental competence among students in the experimental group, thereby confirming the effectiveness of integrating environmental content into natural science disciplines.

As shown in Table 1, following the implementation of the formative stage, a substantial increase in the proportion of students demonstrating a high level of environmental competence was observed, rising from 18% to 42%, while the proportion of students with a low level decreased from 36% to 14%. The increase in the high-level category amounted to 24%, whereas the decrease in the low-level category reached 22%, indicating a significant improvement in the overall quality of student training.

Table 1

Levels of environmental competence (%)

Level	EG pre-test	EG post-test	CG pre-test	CG post-test
High	18	42	17	22
Medium	46	44	45	48
Low	36	14	38	30

In the control group, the observed changes were less pronounced, with the increase in the proportion of students demonstrating a high level amounting to only 5%, which confirms that the identified effects are attributable to the implemented model rather than external factors.

The obtained results are consistent with international studies demonstrating that the integration of environmental content and active pedagogical approaches contributes to the development of students' environmental literacy and ecological thinking (Olimov et al., 2024; Hu et al., 2025).

Statistical analysis confirmed the reliability of the identified changes. A strong correlation was found between the cognitive and activity-based components ($r = 0.96$), indicating a close relationship between theoretical knowledge and practical skills. The application of Student's t -test revealed statistically significant differences between the experimental and control groups ($t = 2.14$; $p < 0.05$), confirming the robustness of the results.

These findings are consistent with the concept of developing key competencies for sustainable development, which suggests the synchronous development of cognitive and activity-based characteristics (Wiek et al., 2011).

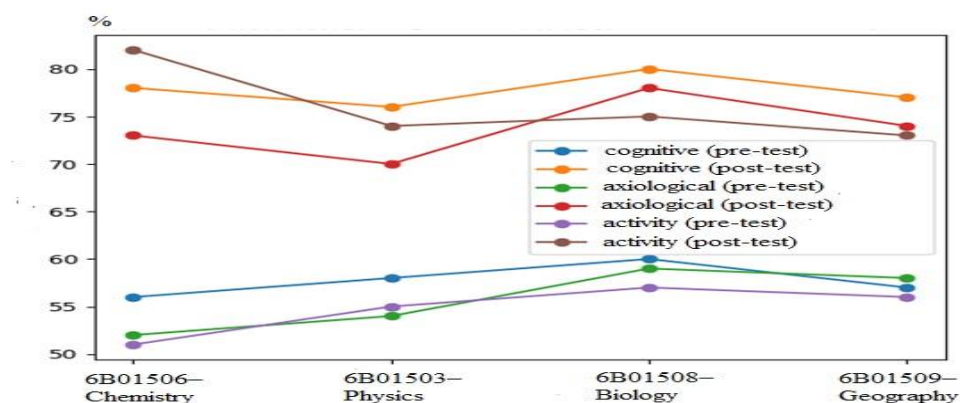
An analysis of results across educational programs revealed differences in the dynamics of environmental competence development. The average value of the cognitive component increased from 58% to 78%, the axiological component from 56% to 74%, and the activity-based component from 55% to 76%. The most pronounced growth in the activity-based component was observed among students in the Chemistry program (up to 82%), which can be explained by the practice-oriented nature of the courses *Colloid Chemistry* and *Low-Waste and Zero-Waste Chemical Technologies*.

At the same time, students in the Biology program demonstrated the most balanced development across all components of environmental competence, which is associated with the combination of field-based studies and the analysis of natural ecosystems.

The obtained results support the findings of Supratman et al. (2025), confirming the high effectiveness of practice-oriented teaching methods in environmental education (Figure 1).

Figure 1

Dynamics of Students' Environmental Competence Components (pre- and post-intervention, %)

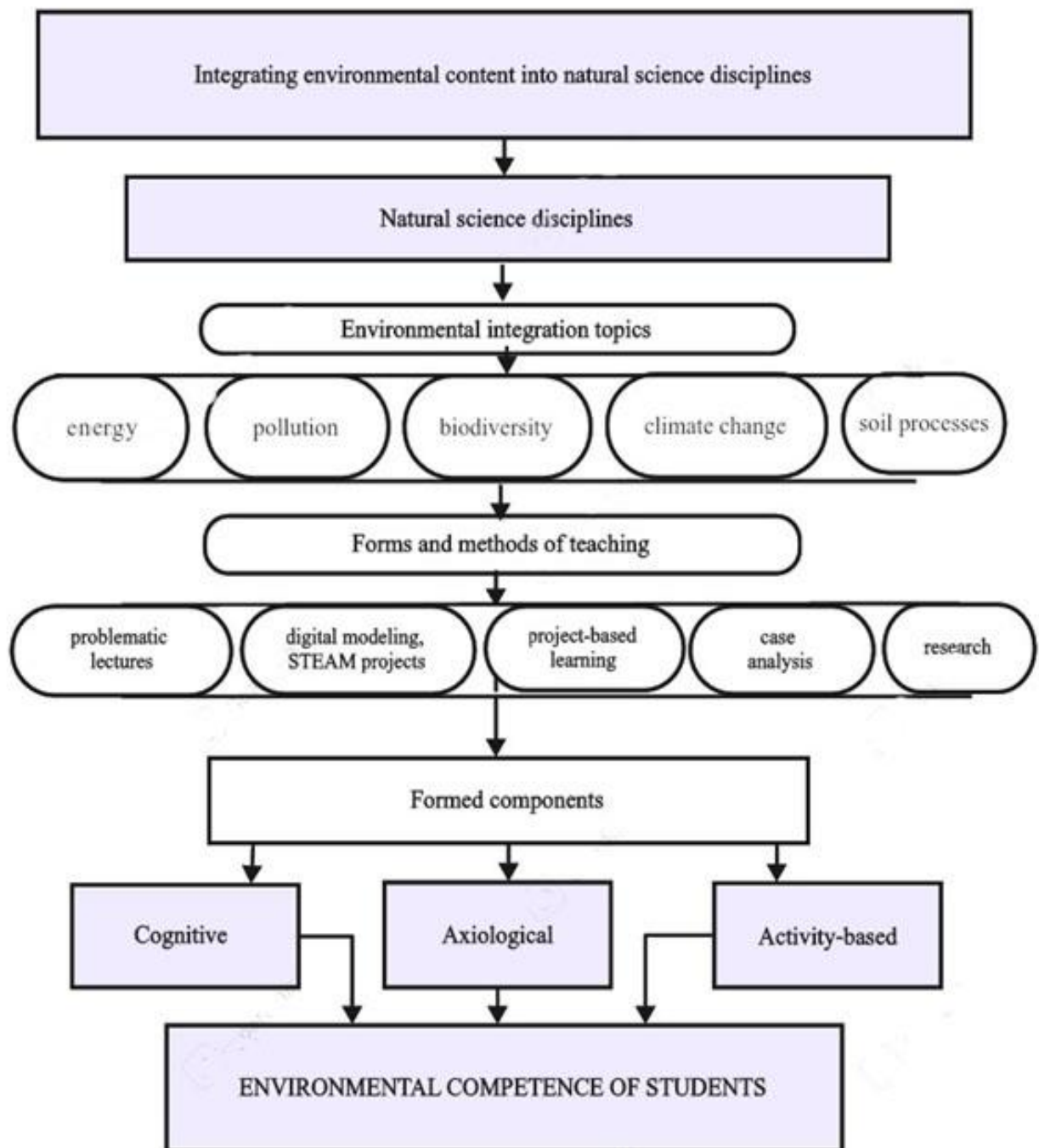


Correlation analysis revealed a very strong relationship between the cognitive and activity-based components of environmental competence ($r = 0.96$; $p < 0.001$), indicating that the development of theoretical knowledge directly contributes to the enhancement of practical skills. The application of Student's t -test confirmed statistically significant differences between the experimental and control groups ($t = 2.14$; $p < 0.05$).

The implementation of the proposed model ensured the systematic integration of environmental topics into natural science disciplines, thereby establishing an interdisciplinary foundation for students' environmental training (Figure 2). This approach aligns with contemporary trends in education for sustainable development, which emphasize the integration of environmental knowledge across subject areas (Cebrián et al., 2015).

Figure 2

Model of integration of environmental topics into educational programs



As illustrated in Figure 2, the model is based on a sequential logic: from the incorporation of environmental topics into course content, to the selection of appropriate teaching methods, and further to the formation of cognitive, axiological, and activity-based components of environmental competence. This structure demonstrates the interdisciplinary nature of the model and provides a clear representation of its implementation mechanism within the educational process.

A comparison of the obtained results with contemporary studies indicates that the integration of environmental content and STEAM technologies not only enhances the level of environmental knowledge but also strengthens the value-based and practical dimensions of teacher education. Unlike a number of studies that primarily report improvements in the cognitive component, the present study demonstrates a comprehensive development of all components of environmental competence, thereby confirming the effectiveness of the interdisciplinary approach (Cebrián et al., 2015; Gilmanshina et al., 2018; Redman et al., 2021; Wiek et al., 2011).

The limitations of the study include the fact that the sample was drawn from a single university and that the experimental period was relatively limited in duration. At the same time, the practical significance of the study lies in the potential for scaling the proposed model. The findings can be applied in the modernization of teacher education programs in natural science disciplines.

Conclusion

The conducted study confirmed that the integration of environmental content into natural science disciplines is an effective approach to fostering students' environmental competence. The proposed model ensures the comprehensive development of cognitive, axiological, and activity-based components through the interdisciplinary integration of content, the application of active teaching methods, and the use of STEAM technologies.

The practical significance of the study lies in the potential application of the developed model for the modernization of teacher education programs in physics, chemistry, biology, and geography. Future research should focus on expanding the sample size, involving multiple universities, and assessing the long-term effects of environmental competence development.

Disclosure Statement

AI tools were not used to create the scientific content of the manuscript. Mendeley was used for reference management and bibliography formatting, while Boardmix was used only for preparing schematic figures. All graphs, analyses, interpretation of results, and conclusions were prepared and verified by the authors.

References

- Baidenko, V. I. (2018). Bologna process: on the eve of the third decade. *Higher Education in Russia*, no. 11, pp. 136–148. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2018-27-11-136-148>
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Cebrián, G., & Junyent, M. (2015). Competencies in education for sustainable development: Exploring the student teachers' views. *Sustainability*, vol. 7, no. 3, pp. 2768–2786. <https://doi.org/10.3390/su7032768>
- Damoah, B., Khalo, X., & Adu, E. (2024). South African integrated environmental education curriculum trajectory. *International Journal of Educational Research*, vol. 124, P. 102352. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2024.102352>
- Gilmanshina, S. I., Sagitova, R. N., & Gilmanshin, I. R. (2018). Science education: Development of environmental thinking. *European Research Studies Journal*, vol. 21, no. 3, pp. 690–704. <https://doi.org/10.35808/ersj/1093>
- Handayani, J., & Widodo, A. (2024). The impact of student participation in environmental education programs on pro-environmental behavior. *Jurnal Cakrawala Pendas*, vol. 10, no. 2, pp. 215–224. <https://doi.org/10.31949/jcp.v10i2.8475>
- Herlanti, Y., Nobira, S., Kuboki, Y., & Qumilaila, Q. (2024). Online lesson study design: integrating environmental issues with science learning to enhance students' environmental literacy.

- International Journal for Lesson and Learning Studies, vol. 14, no. 1, pp. 27–40. <https://doi.org/10.1108/IJLLS-08-2024-0169>
- Hu, Y., Wang, M., Ren, L., & Chen, Y. (2025). Innovation and assessment system for biology teaching aligned with sustainable development goals. *Frontiers in Interdisciplinary Educational Methodology*, vol. 2, no. 1, pp. 1–16. <https://doi.org/10.71465/w7gq9391>
- Imran, M., Almusharraf, N., & Abdellatif, M. (2024). Education for a sustainable future: The impact of environmental education on shaping sustainable values and attitudes among students. *International Journal of Engineering Pedagogy*, vol. 14, pp. 155–171. <https://doi.org/10.3991/ijep.v14i6.48659>
- Jonāne, L. (2008). The didactical aspects of integrated natural science content model for secondary school education. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, vol. 9, pp. 45–57. <https://doi.org/10.2478/v10099-009-0018-1>
- Khutorskoi, A. V. (2013). *Kompetentnostnyi podkhod v obuchenii: nauchno-metodicheskoe posobie* [Competence-based approach in teaching: a scientific and methodological manual]. Moscow: Eidos; Institute of Human Education.
- Leicht, A., Heiss, J., & Byun, W. J., Eds. (2023). *Issues and Trends in Education for Sustainable Development*. Paris: UNESCO. <https://doi.org/10.54675/XJRU3556>
- Li, Y., Yang, D., & Liu, S. (2024). The impact of environmental education at Chinese universities on college students' environmental attitudes. *PLOS ONE*, vol. 19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299231>
- Lovren, V., & Jablanovic, M. (2023). The affective dimension of environmental education learning outcomes. *Sustainability*, vol. 15, no. 8, P. 6370. <https://doi.org/10.3390/su15086370>
- Olimov, S., Artikov, O., & Murodova, M. (2024). The use of national values in forming the ecological world view of students. *BIO Web of Conferences*, vol. 141, P. 04027. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202414104027>
- Redman, A., Wiek, A., & Barth, M. (2021). Current practice of assessing students' sustainability competencies: A review of tools. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, vol. 22, no. 5, pp. 1173–1195. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-10-2019-0310>
- Sterling, S. R. (2001) *Sustainable Education: Re-visioning Learning and Change*. Totnes: Green Books for the Schumacher Society. https://www.researchgate.net/publication/289505456_Sustainable_education
- Supratman, S., Suhirman, S., Rusdianto, R., & Alhafizin, M. (2025). Integrasi pendidikan lingkungan dalam pembelajaran biologi sekolah menengah: Sebuah kajian literatur menuju kesadaran ekologis siswa. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, vol. 13, no. 3, pp. 1743–1754. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17001>
- Rieckmann, M., Mindt, L., & Gardiner, S. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. Paris: UNESCO. https://www.researchgate.net/publication/314871233_Education_for_Sustainable_Development_Goals_Learning_Objectives
- Wiek A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, vol. 6, no. 2, pp. 203–218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>
- Yakman, G. (2008). STΣ@M education: An overview of creating a model of integrative education. *Proceedings of PATT-17 and PATT-19*, VA: International Technology and Engineering Educators Association, pp. 335–358. <https://assets-002.noviams.com/novi-file-uploads/iteea/pubs/Prefacefinal1719-de0c4f53.pdf>

Роза Мухитдинова¹, Алла Бугаева^{2}, Мурат Ауелбек³, Гульдана Сеитова⁴,
Айгерим Бутобаева⁵*

^{1,2,3,4,5}І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған, Қазақстан

*e-mail: jaratylystanu@gmail.com

ҚОРШАҒАН ОРТА МАЗМҰНЫН ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫ ЦИКЛІ ПӘНДЕРІНЕ КІРІКТІРУ СТУДЕНТТЕРДІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰЗЫРЕТТІЛІГІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ФАКТОРЫ РЕТІНДЕ

Андатпа. Мақалада жаратылыстану ғылымдары циклі пәндеріне экологиялық мазмұнды кіріктіру арқылы педагогикалық мамандықтар студенттерінің экологиялық құзыреттілігін қалыптастыруға бағытталған педагогикалық зерттеудің нәтижелері ұсынылған. Зерттеудің өзектілігі тұрақты даму және білім беруді цифрландыру жағдайында заманауи экологиялық мәселелерді шешуге қабілетті болашақ мұғалімдерді даярлау қажеттілігімен айқындалады. Зерттеудің мақсаты – STEAM-тәсіл және пәнаралық интеграция негізінде экологиялық құзыреттілікті қалыптастыру моделін әзірлеу және оны эксперименттік тұрғыда негіздеу. Зерттеу І. Жансүгіров атындағы Жетісу университетінің базасында 127 студенттің қатысуымен жүргізілді. Зерттеу барысында педагогикалық эксперимент, тестілеу, сауалнама жүргізу және статистикалық деректерді өңдеу әдістері қолданылды. Эксперимент құрылымы констаттаушы, қалыптастырушы және бақылау кезеңдерін қамтыды. Зерттеу нәтижелері эксперименттік топ студенттерінің экологиялық құзыреттілік деңгейінің едәуір артқанын көрсетті: жоғары деңгейдегі студенттердің үлесі 18%-дан 42%-ға дейін өсті, ал төмен деңгей 36%-дан 14%-ға дейін төмендеді. Когнитивтік және іс-әрекеттік компоненттер арасында статистикалық тұрғыдан мәнді байланыс анықталды ($r = 0,96$; $p < 0,001$). Алынған нәтижелер білім беру үдерісіне экологиялық мазмұн мен STEAM-технологияларды кіріктірудің тиімділігін дәлелдейді және болашақ мұғалімдерді даярлау бағдарламаларын жаңғыртуда қолдануға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: экологиялық құзыреттілік, STEAM, жоғары білім, пәнаралық тәсіл, экологиялық білім беру

Роза Мухитдинова¹, Алла Бугаева^{2}, Мурат Ауелбек³, Гульдана Сеитова⁴,
Айгерим Бутобаева⁵*

^{1,2,3,4,5}Жетысуский университет им.И.Жансугурова, Талдыкорган, Казахстан

*e-mail: jaratylstanu@gmail.com

ИНТЕГРАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ В ДИСЦИПЛИНЫ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ЦИКЛА КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ

Аннотация. В статье представлены результаты педагогического исследования, направленного на формирование экологической компетентности студентов педагогических специальностей посредством интеграции экологического содержания в дисциплины естественнонаучного цикла. Актуальность исследования обусловлена необходимостью подготовки будущих учителей, способных решать современные экологические проблемы в условиях устойчивого развития и цифровизации образования. Цель работы заключается в разработке и экспериментальной апробации модели формирования экологической компетентности на основе STEAM-подхода и междисциплинарной интеграции. Исследование проведено на базе Жетысуского университета имени И. Жансугурова с участием 127 студентов. В работе использованы методы педагогического эксперимента, тестирования, анкетирования, а также статистической обработки данных. Эксперимент включал констатирующий, формирующий и контрольный этапы. Результаты показали значительное повышение уровня экологической компетентности студентов экспериментальной группы: доля высокого уровня увеличилась с 18 % до 42 %, а низкого снизилась с 36 % до 14 %. Выявлена статистически значимая взаимосвязь между когнитивным и деятельностным компонентами ($r = 0,96$; $p < 0,001$). Полученные результаты

подтверждают эффективность интеграции экологического содержания и STEAM-технологий в образовательный процесс и могут быть использованы при модернизации программ подготовки будущих учителей.

Ключевые слова: экологическая компетентность, STEAM, высшее образование, междисциплинарный подход, экологическое образование

Received 6 April 2026

IRSTI 14.35.09

DOI: <https://doi.org/10.47344/m8d06v22>Akniyet Orazkhan^{1*}, Nurdaulet Shynarbek², Arkhat Baimukhanov³^{1,2}SDU University, Kaskelen, Kazakhstan³Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan*e-mail: akniyet.ozarkhan@sdu.edu.kz

COUNTERINTUITIVE PROBABILITY TASKS IN PRESERVICE MATHEMATICS TEACHER EDUCATION: REASONING, MISCONCEPTIONS, AND RESPONSES TO STUDENT ERROR

Abstract. The current study examines preservice mathematics teachers' answers, explanations, and evaluations of a hypothetical student's errors on six counterintuitive probability tasks. Three types of performance were assessed: selecting an answer, mathematically explaining the chosen answer, and analyzing a hypothetical student's error. Participants were 172 mathematics preservice teachers recruited through convenience sampling from two teacher training institutions in Kazakhstan – a primary sample of 145 from a private university in the Almaty region and a second-site sample of 27 third-year students from another private institution in the Zhetysu region. The research design involved selected-response analysis as well as coding of 1,032 written explanations and 1,032 evaluations with the optional reflections of participants' justifications for their answers and/or critiques of the hypothetical student's solutions. Quantitative analyses addressed task difficulty, block-level comparisons, comparison of course-exposure subgroups in the primary sample, as well as estimation of population-averaged logistic regression models with responses nested within participants. Qualitative analyses included task-based coding of explanations and evaluations, followed by expert audit of the coding scheme. Three main findings are reported. First, the split between Tasks 1–3 and Tasks 4–6 was particularly clear in the primary sample. Second, regardless of location, answer accuracy exceeded the quality of written explanations and pedagogical evaluations because many participants picked the right answer but could not explain why or properly evaluate a hypothetical student's error on the hardest tasks. Third, the second-site sample showed a relatively low task difficulty gradient resulting in a significant site by task block interaction effect.

Keywords: counterintuitive probability tasks, preservice mathematics teachers, probabilistic reasoning, misconceptions, pedagogical content knowledge, student error analysis

Introduction

Despite being structured according to logical principles, mathematics often seems like a complex discipline for people without proper background. However, it does not mean that all the ideas proposed in mathematics are easy to accept. There are several problems which appear simple yet prove to have incorrect first solutions. That is why counterintuitive problems play an important role as they show the contrast between plausible solutions and mathematics-based approaches. A student starts with a certain level of assurance, hesitates after making mistakes, and finally arrives at a more profound understanding of the structure of the problem.

Preservice mathematics teachers should solve the task properly, explain why wrong solutions emerge, and help learners to move from intuitive to mathematical reasoning (Elbehary, 2021; Hoker et al., 2021). At that, merely knowing the right answer is not enough. When children go to schools, they already know something about probability, fair events, numbers, patterns, etc. A teacher who fails to separate intuitive and mathematical thinking will not be able to discuss learners' opinions.

It seems particularly important in probability since the most of its basic principles contradict common sense (Laura et al., 2017; Knudtson, 2019). Events perceived by people as less random have the same probability as other events. No streaks change the probabilities of outcomes when it comes to an independent process. Some rare conditions can result in lots of false positives. Samples tend to be more variable when they are small.

Teacher education should pay particular attention to this point. Preservice mathematics teachers stand at the boundary between being learners and becoming instructors. Their level of understanding affects how they explain concepts, design examples, respond to questions, and interpret student mistakes. If they can produce a correct answer while failing to understand why intuition misleads, classroom teaching may become procedural rather than explanatory (Burgos et al., 2022a, 2022b; Demirci et al., 2017).

Although considerable attention is paid to probabilistic reasoning and teacher learning, counterintuitive tasks are not well investigated in the field of teacher education (Álvarez-Arroyo et al., 2024; Hokor et al., 2021). Many teacher training programs emphasize formulas and algorithms rather than tasks which require revising one's initial intuitions. Thus, there is reason to suppose that pre-service teachers have insufficient experience in working with misconceptions that appear when probability is at odds with common sense. There is no doubt about both practical and scientific necessity to investigate them more thoroughly.

Against this backdrop, it is necessary to view probability tasks not only in terms of correct and incorrect solutions. In fact, they can also function as diagnostic tools indicating patterns of reasoning, repeated mistakes and the level of pedagogical preparedness when dealing with student errors (Korkmaz & Alkan, 2023). Hence, the current study is focused on three related aspects of students' performance including the correctness of their solution, the correctness of the provided mathematical explanation and the correctness of the evaluation of their peer's mistake. Thus, this study will go beyond assessing preservice teachers' mathematical knowledge. Instead, the research will focus on the relationship between mathematical understanding and readiness for teaching mathematics.

Research Questions

1. How successfully do preservice mathematics teachers solve counterintuitive probability tasks?
2. What types of reasoning do preservice mathematics teachers use when justifying their answers to counterintuitive probability tasks?
3. What misconceptions appear most frequently in preservice mathematics teachers' responses to these tasks?
4. How effectively do preservice mathematics teachers identify and respond to hypothetical student misconceptions related to these tasks?
5. What is the relationship between success in solving counterintuitive probability tasks and the quality of pedagogical responses to student error?

Literature Review

Indeed, probability has remained one of the areas where students struggle the most within mathematics education due to the inherent contradiction between probability and common sense. In many cases, students might have the necessary visual structures or methods to solve certain mathematics problems. However, probability offers additional challenges because things that seem to happen infrequently actually occur frequently, results of a random process do not seem to be random, and decisions that would seem to be fair or logical might lead to the wrong solutions. Probability problems tend to be highly counterintuitive, and thus people often make mistakes while trying to apply common-sense reasoning to these issues (Knudtzon, 2019; Laura et al., 2017). Therefore, probability has long been associated with a domain in which reasoning diverges from intuition significantly. Moreover, such problems shed light on the core of probability thinking and reasoning – at first glance, people's decisions may be guided by experience, resemblance, or balance, rather than underlying mathematics structures.

Such an issue is particularly important when it comes to training future teachers of mathematics. Apart from solving probability tasks correctly, prospective teachers need to explain their solutions, find an explanation for learners' mistakes, and offer the necessary corrective actions. Hence, the training of such specialists should focus not only on helping them solve tasks correctly. Instead, they need to learn how to understand the moment when their intuitions help or mislead them. It turns out that prospective teachers' ability to explain student misconceptions and provide adequate solutions is

more important than their knowledge of probability problems. Hence, teacher training programs in probability must concentrate on prospective teachers' interpretation of students' reasoning (Burgos et al., 2022a, 2022b; Bursalı & Özdemir, 2019; Korkmaz & Alkan, 2023).

An extensive corpus of empirical work reveals that preservice teachers are susceptible to a number of probabilistic biases typically exhibited by secondary school students and adults. Several groups of misunderstandings consistently emerge from research. The representativeness bias is one of the most common: in this case, individuals evaluate the likelihood of a certain event based on whether or not it looks like their representation of randomness. As Blanco and Chamberlin (2019) and Hokor et al. (2021) have found, mixed sequences of events are often perceived as more probable than clustered ones in the cases when all the outcomes have identical chances to occur. One of the other typical biases is the gambler's fallacy: individuals believe that random events tend to self-correct over a brief period and predict a reversal after several successful attempts. In this respect, Hokor et al. (2021) point out that even preservice teachers display this behavior pattern because formal training fails to remove intuitive expectations.

In addition, preservice teachers suffer from the problem of equiprobability bias, assuming that any event which they can see is equally probable regardless of whether there is no uniformity in the sample space. According to Dayal and Sharma (2020) and Hokor et al. (2021), preservice teachers use symmetry to determine the odds of an event without counting possible outcomes systematically. There is also some data that suggests that preservice teachers encounter challenges associated with probability when it has to be interpreted through more complicated means. Thus, Batanero et al. (2015) demonstrated that preservice teachers faced semiotic conflicts while solving problems relating to calculating simple, joint, and conditional probabilities using two-way tables. Overall, Kuzu and Arıcan (2020) show that there are inconsistent profiles of competence in statistics and probability among preservice teachers.

The complexity is further compounded where probability problems require knowledge of conditional statements, previous data, or variations within different samples. According to Köklü (2024), many preservice teachers demonstrate poor comprehension of Bayesian and conditional inference, especially with regard to the combination of base rate information with diagnostic tests. The same challenges have been identified by Álvarez-Arroyo et al. (2024), where people struggle to comprehend probabilistic arguments in media contexts, including conditional probability inversion and the misinterpretation of correlations as causality. These similar findings were also reached by Kuş and Çakıroğlu (2020) on the basis of news stories. Overall, these findings show that probability mistakes extend beyond theoretical exercises and exist in socially relevant scenarios despite the prior exposure of learners to concepts and formulas for solving such problems. This highlights that Batanero and Álvarez-Arroyo (2023) call for a new approach in teaching probability.

Moreover, it emerges from the literature review that having knowledge of probability does not necessarily mean being able to teach it. Studies focusing on pedagogical content knowledge reveal that future teachers can recognize the incorrectness of students' responses, but cannot explain their reasoning and suggest an appropriate way to teach them. According to Burgos et al. (2022a, 2022b), preservice teachers usually recognize the superficial nature of mistakes without realizing their underlying reasoning. Korkmaz and Alkan (2023) report similar findings: participants could identify an incorrect answer but struggled to explain the underlying concepts, such as independence, sample space structure, or compound event comparison. The same deficiency can be observed in the process of evaluating students' knowledge of conditional probability, according to Dröse et al. (2022). He (2025) suggests that conventional methods, like tree diagrams, are not sufficient to determine if preservice teachers have grasped the meaning of students' mistakes. These results are important for the discussion since teaching mathematics requires knowledge of content and the ability to use learners' mistakes as evidence of their reasoning. Moreover, this assumption is supported by the theoretical basis. Elbehary (2022) claims that professional knowledge related to probability needs to be rethought as a type of probabilistic reasoning, not only as mastery of procedures and discrete content knowledge. In this context, it is necessary for teachers' knowledge in probability to comprise

three aspects, namely reasoning within probability, reasoning about probability language, and interpreting probability notions in educational settings.

Contemporary research has increasingly focused on diagnostic tests, tasks, and response interpretation measures. According to López-Martín et al. (2025), by requiring prospective teachers to interpret student responses, one is able to get information about competencies which are otherwise not detectable using typical test items. Additionally, Drollinger-Vetter et al. (2025) prove that interventions aimed at structured development of pedagogical content knowledge for teaching probability enable professional growth; however, their effect cannot always be considered uniform depending on intervention type used. Alonso-Castaño et al. (2021) note that although preservice teachers may have no difficulties in solving probability problems, their ability to generate the same problems or evaluate another student's approach might be limited. The reviewed papers highlight three distinct yet interconnected aspects: choosing the correct solution, providing mathematical justification, and assessing another person's reasoning. Literature analysis clearly demonstrates that such competencies cannot be equated to each other. In terms of instructional research, Hokor (2020) demonstrates the effectiveness of a constructivist approach in helping teachers overcome misconceptions regarding probability concepts. Intervention-oriented studies show that teacher education could benefit from systematic efforts aimed at developing informal inferential reasoning and pedagogical content knowledge (Vetten et al., 2017). Systematic review research shows that games offer unique opportunities for probability learning at school and teacher-training level (Sharma et al., 2021). Finally, recent work on training cycle proves that competence development could be the foundation of probability-focused teacher education (Su et al., 2024).

Notwithstanding advances achieved in research in both domains, certain limitations of existing studies remain. For example, a large number of studies focused exclusively on the first aspect of competence – answer correctness or content – giving insufficient attention to reasoning and even less attention to hypothetical student reasoning evaluation. Second, while the instruments used to assess the two aspects mentioned above are abundant, a considerable number of assessments measure only one kind of misconception instead of examining counterintuitive probability structures as whole. Finally, although numerous biases have been described, very few researchers considered the connection between mathematical performance and diagnosing learner thinking. It is important to note that a preservice teacher might come up with a correct answer to a task despite using faulty logic, thus failing to provide an explanation of why the given answer makes sense. In other words, without addressing both types of competence simultaneously, one can significantly overestimate teachers' readiness for the class.

The current study seeks to fill this research niche, adopting counterintuitive probability tasks as multi-faceted diagnostic tools in preservice teachers' education. Unlike previous studies, this paper examines three components of competence: answer correctness, written probabilistic reasoning, and hypothetical reasoning evaluation. This makes it possible to identify persistent misconceptions and assess whether correct answers are supported by adequate conceptual understanding. Hence, the present study adds another brick to the literature on probability misconception diagnosis and pedagogical assessment. The novelty of this research lies in the application of a dual diagnosis approach wherein six tasks are used to contrast correct multiple-choice answers, probability explanations, and the identification of a potential student mistake. In doing so, this study is able to provide insights into how correct answers may conceal inadequate conceptual understanding and insufficient pedagogic diagnosis, an observation that would be difficult to make in other studies examining only the correctness of responses.

Methods and Materials

The present research adopted an integrated approach to the mixed methods study of a diagnostic test instrument. Quantitative and qualitative data collection occurred simultaneously using one written instrument. Nevertheless, data analysis was conducted in sequence. Selected responses were first analyzed for task difficulty, block-level differences, course exposure variation, and relationships among performance measures. This led to further qualitative examination of written rationales and

evaluations, especially focusing on the most difficult tasks and those where a correct choice was complemented with a poor rationale. Thus, the study features both mixed evidence sources and an integrated design with sequential analysis of data obtained with a single instrument (Elbehary, 2021; Hokor et al., 2021; Korkmaz & Alkan, 2023).

Study participants included preservice mathematics teachers studying at two mathematics teaching programs in Kazakhstan. In the main study group there were 145 students from a private institution located in the region of Almaty. As far as the distribution of the respondents according to the grade helped in analyzing the differences in course exposure, the second site extension study involved 27 third-year students from another private institution in the Zhetysu region. Convenience sampling was used at both study locations because the study required selecting intact groups participating in regular teaching program activities.

Data were gathered through an instrument involving six counterintuitive probability questions. The questions involved topics such as random sequences, gambler's fallacy, outcome counting, conditional probability with base rates, compound events without replacement, and sample-size reasoning. In each question, participants had to give three answers: a choice among the options provided, an explanation for their choice, and an assessment of the reasoning underlying another student's response. Hence, the instrument aimed to collect more information than simply whether the responses were correct, including reasoning processes and diagnostic evaluations of potential misunderstandings, consistent with the literature on the topic (Batanero et al., 2021; Dröse et al., 2022; He, 2025; Knudtzon, 2019).

In the quantitative analysis strand, attention was paid to chosen answers and patterns at the task level. Specifically, the analyses covered item-level correctness, within-participant block differences, and pre- versus post-course comparisons within the Almaty-region sample. Population-averaged logistic regressions with responses nested within participants were also estimated. For the multi-site analysis, institutions were compared both descriptively and on a year-matched basis. The Year 3 subgroup from the Almaty-region institution served as the most appropriate reference for the entirely third-year Zhetysu-region sample. The six-task combination served as a diagnostic tool, given that it assessed different misconception families.

The qualitative analysis considered the textual information. The justifications and evaluations were analyzed within the context of the task question, participant selection, and a hypothetical student response. This approach facilitated the study's explanation of the noticeable separation of Tasks 1–3 from Tasks 4–6, the typical difference between correct responses and sound reasoning, and the low instructional diagnostic utility found in the difficult tasks.

The accuracy counts included blank responses as errors. Blank responses that occurred in justifications and evaluations were retained as distinct qualitative categories. Participant identifiers were stripped from the data set and assigned numerical case numbers. Participants submitted their responses during normal risk-free program activities through research documents without identifying information. Participation was voluntary, informed consent was obtained, and anonymity was preserved during data processing and reporting.

Context and analytic procedure

Participants were enrolled from two different institutions. The first one was a private university located in the Almaty region, which included students ranging from Year 1 to Year 5. Second, the participants of the comparison group came from the private university located in the Zhetysu region, which consisted of 27 students of Year 3. In relation to the analytical part of the sample in the Almaty region, it was divided into the pre probability course group and post probability course group. The pre-course group consisted of Years 1 and 2, while the post-course group consisted of Years 3 and 4, and had already taken the probability course. One participant of Year 5 from the Almaty region was used in the descriptive statistics part but was excluded from comparisons. As a result of only having Year 3 students in the Zhetysu region, comparisons between institutions were conducted in terms of the whole sample from the Almaty region and also a subgroup of Year 3 from the Almaty region sample.

With regard to the analysis of selected-response questions, the key focus of analysis was set around the answer to one fundamental question about stability in six tasks. While the first three tasks dealt with exact sequence reasoning, independence, and visible counting, the last three tasks examined base rates, structure of hidden compound events, and variability in sample size. Consequently, the analysis included description, comparison between two task blocks within a student, comparisons between groups exposed to the course at the level of each task, and population-averaged logistic regression with responses nested within individuals.

Both the 1,032 written explanations and the 1,032 evaluative responses were coded separately utilizing a task-based coding scheme. During the first coding phase, an extensive code reflecting the dominant reasoning pattern was attributed to each response. During the second coding phase, the task-based code was appraised using a set of general criteria and boundary rules with specific emphasis on cases when there is a right answer but a weak explanation. The resulting coding scheme allowed for discrimination between good, partial, misconception-driven, empty, and irrelevant written justifications and also between substantive, weak, wrong, confusing, and empty evaluation of the hypothetical learner. After the preliminary coding was complete, the codebook and coded matrices were reviewed by two experts in mathematics education as a coding audit.

Results

The results are organised in three layers. First, the main findings are reported for the primary Almaty-region institution sample, which remains the analytic base because it contains the full year distribution. Second, the Zhetysu-region institution sample is introduced as a second-site extension. Third, the two sites are compared directly, with year-matched analyses used where appropriate.

Table 1

Participant Profile by Institution

Institution	n	%
Private institution in the Almaty region	145	84.3
Private institution in the Zhetysu region	27	15.7
Total	172	100.0

Within the Almaty-region institution sample, Years 1 and 2 formed the pre-course group ($n = 68$), and Years 3 and 4 formed the post-course group ($n = 76$). The Zhetysu-region institution sample consisted entirely of third-year students. This imbalance makes the year-matched Almaty-region institution Year 3 comparison especially important for institutional interpretation.

In the primary Almaty-region institution sample, the mean selected-response score was 3.88 out of 6, with a standard deviation of 1.18 and a median of 4. Only 12 respondents answered all six items correctly. Internal consistency for the six selected-response items was low (Cronbach's $\alpha = 0.23$), which is consistent with the interpretation of the instrument as a diagnostic battery probing distinct misconception families rather than as a single scale.

In the primary Almaty-region institution sample, task-level performance showed a sharp split. The first three tasks were answered correctly by large majorities of students, whereas the last three tasks were much more difficult. Nearly two thirds of the participants, 64.8%, solved all three foundational tasks correctly, but only 13.1% solved all three advanced tasks correctly. A Wilcoxon signed-rank test confirmed that foundational block scores were significantly higher than advanced block scores ($p < .001$).

Table 2

Task-Level Selected-Response Performance in the Primary Almaty-Region Institution Sample

Task	Core idea	Correct (n)	Correct (%)	Item-rest <i>r</i>
1	Random sequence	123	84.8	0.07
2	Gambler's fallacy	129	89.0	0.15
3	Sum of two dice	117	80.7	0.14
4	Conditional probability and base rate	64	44.1	0.23
5	Without replacement	66	45.5	0.04
6	Sample size	63	43.4	0.03

This primary-sample pattern was replicated in a population-averaged logistic model with responses nested within students. Correctness was far more likely on the foundational block than on the advanced block (odds ratio = 7.80, $z = 7.97$, $p < .001$). Course exposure showed no significant main effect ($z = 0.50$, $p = .621$), and there was no significant interaction between course exposure and task block ($z = -0.51$, $p = .611$). In other words, the dominant divide in the primary sample was task type rather than year level or probability-course exposure.

Table 3

Course-Exposure Comparison for Selected Answers in the Primary Almaty-Region Institution Sample

Measure	Pre-course	Post-course	Statistic	<i>p</i>
Total score, mean	3.84	3.88	$t = -0.22$	0.826
Task 1 correct, %	88.2	81.6	$\chi^2 = 1.23$	0.268
Task 2 correct, %	86.8	90.8	$\chi^2 = 0.59$	0.443
Task 3 correct, %	80.9	80.3	$\chi^2 = 0.01$	0.925
Task 4 correct, %	45.6	42.1	$\chi^2 = 0.18$	0.674
Task 5 correct, %	48.5	42.1	$\chi^2 = 0.60$	0.439
Task 6 correct, %	33.8	51.3	$\chi^2 = 4.48$	0.034

Within the Almaty-region institution sample, the comparison by course exposure produced a restrained picture. Students who had not yet taken the probability course had a mean total score of 3.84, whereas students who had taken the course had a mean total score of 3.88. The difference was trivial and not statistically significant. At the item level, only Task 6 showed an unadjusted post-course advantage. Even there, the broader pattern was persistence rather than broad remediation of counterintuitive misconceptions.

Second-site extension and cross-university comparison

The second sample consists of twenty-seven students who belong to the third year of the preservice teacher training in mathematics. Considering the composition of the second sample which

consists of students of the third year, the most relevant comparison for such research will be the third-year students of an educational institution in the Almaty region.

Table 4

Task-Level Selected-Response Accuracy Across Institutions and Year-Matched Comparison

Task	Almaty-region institution total %	Almaty-region institution Year 3 %	Zhetysu- region institution %	<i>p</i> (Zhetysu-region institution vs Almaty Year 3)
T1	84.8	82.4	59.3	0.026
T2	88.3	88.2	88.9	0.932
T3	81.4	82.4	70.4	0.223
T4	44.8	43.1	66.7	0.048
T5	45.5	41.2	59.3	0.128
T6	44.1	56.9	59.3	0.838

The second sample did not simply replicate the pattern observed in the first sample. The students who came from the institution in Zhetysu region showed substantially poorer results in Task 1, very similar results in Task 2, slightly worse results in Task 3, but better results in Tasks 4 to 6. As far as the task-level analysis between the two groups is concerned, the greatest discrepancies are in lower scores in Task 1 ($p = .026$) and higher scores in Task 4 ($p = .048$).

Table 5

Block-Level Comparison and Institutional Interaction

Comparison	Tasks 1 to 3 mean	Tasks 4 to 6 mean	<i>p</i> (Within- site contrast)
Almaty-region institution total	2.54	1.34	$p < .001$
Almaty-region institution Year 3	2.53	1.41	$p < .001$
Zhetysu-region institution	2.19	1.85	0.179

In block terms, the contrast that dominated the Almaty-region institution sample was much flatter in the second site. The primary Almaty-region institution sample averaged 2.54 out of 3 on Tasks 1 to 3 and 1.34 on Tasks 4 to 6, whereas the Zhetysu-region institution averaged 2.19 and 1.85, respectively. In a year-matched population-averaged logistic model, the decline from the foundational block to the advanced block was significantly smaller in the Zhetysu-region institution than in the Almaty-region institution Year 3 subgroup (site $\times$ block odds ratio = 3.64, $p = .008$). This means that the second site preserved the general value of the instrument but not the exact same internal difficulty structure.

Analysis of the profiles of students revealed consistency of results across different locations. For the sample of an institution located in the Almaty region, there was a predominance of the front-loaded type of difficulty distribution, which showed that success tended to occur in Tasks 1-3 but then decreased significantly in Tasks 4-6. The institution situated in the Zhetysu region had more profiles which demonstrated success across the board and also had late strength.

Written justifications and misconception patterns

The verbal reasoning demonstrated a lot of weaknesses compared to those found in the selection responses. Out of the total 870 explanations provided, only 233 were coded as valid while 286 were partial explanations. Another 282 were misconceptions and 69 were not filled. The strongest reasoning was in Task 1 and Task 2 while the weakest was in Task 4, 5, and 6.

Table 6*Quality of Written Justifications by Task in the Primary Almaty-Region Institution Sample*

Task	Sound (n)	Sound (%)	Partial (n)	Misconception (n)	Blank/Unclear (n)
1	59	40.7	51	29	6
2	84	57.9	38	14	9
3	51	35.2	54	33	7
4	5	3.4	29	92	19
5	19	13.1	71	43	12
6	15	10.3	43	71	16

A clear difference arose between option selection and justification on the more difficult questions. On question four, sixty-four respondents chose the right response, while only five gave a valid justification for the answer. Question five was answered correctly by sixty-six participants, but only nineteen were able to give a valid justification for their choice. Question six had sixty-three correct answers, but only fifteen could give a valid justification.

Table 7*Dominant Misconception Patterns with Illustrative Translated Excerpts*

Task	Dominant misconception	Illustrative translated excerpt	Illustrative sound reasoning
1	Representativeness bias	The more mixed sequence looks more random, so it is more likely.	Each exact sequence has probability $1/64$, so the two sequences are equally likely.
2	Gambler's fallacy	Tails is more likely now because heads has happened too many times.	Each toss is independent, so the sixth toss remains one half and one half.
3	Outcome-counting error	The sums 6 and 7 are equal because the possibilities are the same.	There are six ordered pairs for 7 and five ordered pairs for 6, so 7 is more likely.
4	Base-rate neglect	The test is 90% accurate, so a positive result means the person probably has the disease.	The disease is rare, so false positives outnumber true positives.
5	Single-path reasoning	Red then blue is $3/5 \times 2/4$, so it is equal to two reds.	One red and one blue has two orders, red-blue and blue-red, so the probabilities must be added.
6	Sample-size neglect	The larger hospital is more likely because more children are born there.	Extreme percentages occur more easily in the smaller sample.

Evaluating the hypothetical student's reasoning

It was found that the evaluative responses pointed out another shortcoming in the pedagogy. Of the 870 evaluative responses, 192 were mathematically grounded, 280 were correct but partial, 188 adopted an incorrect stance, 51 were ambiguous, and 159 were blank. It seems that tasks 4, 5, and 6 revealed poor evaluative skills.

Table 8

Quality of Evaluative Responses to the Hypothetical Student by Task in the Primary Almaty-Region Institution Sample

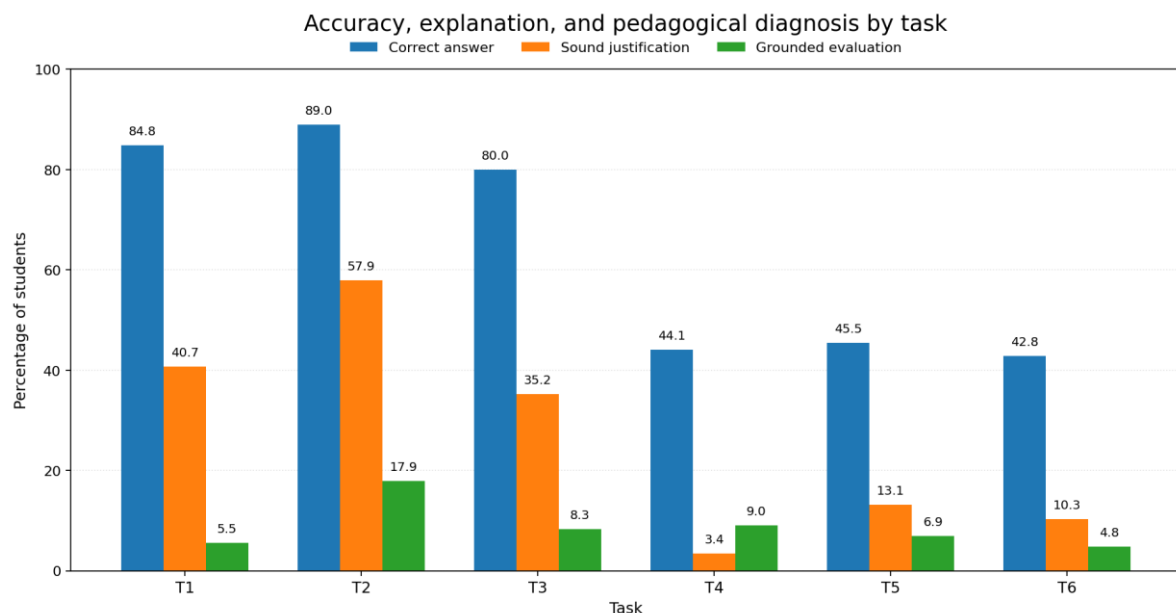
Task	Grounded correct (n)	Correct but thin/mixed (n)	Incorrect stance (n)	Unclear (n)	Blank (n)
1	48	58	9	6	24
2	50	53	13	7	22
3	33	67	14	10	21
4	23	23	56	9	34
5	12	47	49	9	28
6	26	32	47	10	30

Taken together, the results show that content performance and written competence were related but far from identical. The strongest descriptive summary of that mismatch is the task-level contrast among selected answers, sound justifications, and grounded pedagogical evaluations.

Figure 1 compresses this pattern into a single visual display and makes the sharp decline in explanation quality and grounded pedagogical evaluation on Tasks 4 to 6 immediately visible.

Figure 1

Accuracy, explanation, and pedagogical diagnosis by task in the primary Almaty-region institution sample.

**Table 9**

The Answer-Reasoning Gap in the Primary Almaty-Region Institution Sample

Task	Correct Answers (n)	Sound Justifications (n)	Sound Among Correct (%)	Grounded Evaluations (n)
1	123	59	48.0	48

2	129	84	65.1	50
3	117	51	43.6	33
4	64	5	7.8	23
5	66	19	28.8	12
6	63	15	23.8	26

Qualitative elaboration of the hardest tasks

The highest deviation between picking the right option and explaining the chosen response is shown in Task 4. The misconception-driven answers highlighted the high precision of the test (90%) and equated this statistic with the probability of disease presence in the case of a positive test result. In turn, better answers focused on comparing the predicted number of true and false positives and included the low prevalence of the disease in their reasoning.

The most evident linear thinking was seen in Task 5. Several students evaluated only one path through which the mixed colour combination could take place, despite there being two possible paths in this case. The best explanations pointed out the two paths (red/blue and blue/red combinations).

In Task 6, the sample-size effect was largely overlooked. The misconception-driven answers argued that both hospitals were equally likely to show an extreme percentage of boys since there was a chance of 1/2 for a boy birth. The better answers addressed the issue of variability and noted that extremes were more probable in small samples.

As the qualitative analysis of the cases demonstrates, the problem cannot be simply attributed to low academic achievement of the respondents. While many students picked the right answer, they still lacked the skills necessary to formulate the underlying probabilistic principle or to account for the gap between the given example and the learner's understanding of the problem. This distinction is important in teacher preparation as a good class explanation requires more than choosing the right answer.

Optional reflections confirmed the overall tendency. Out of 101 nonblank answers, Task 4 was perceived as the hardest task by 49 respondents while 27 of the participants chose Task 6 as the most problematic one.

Second-site qualitative extension

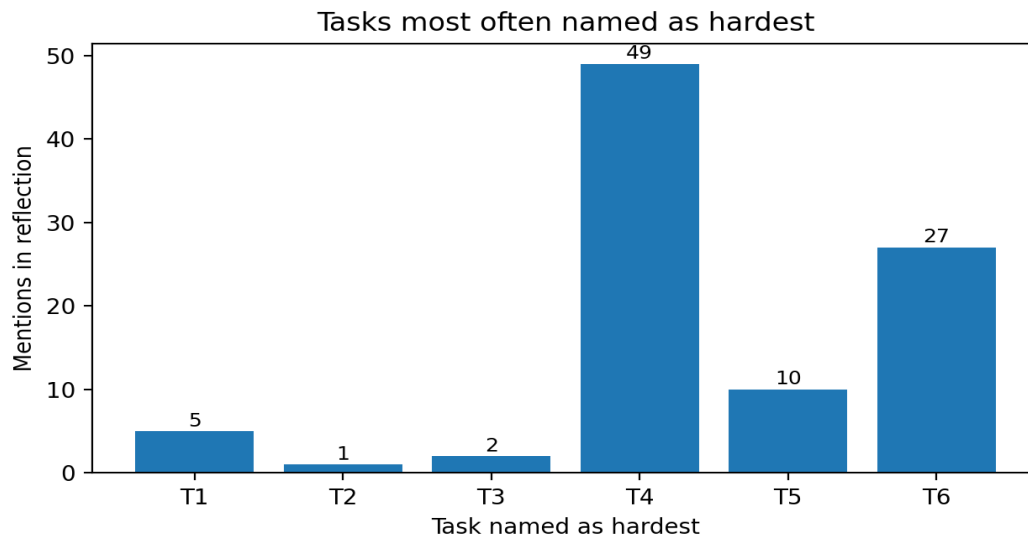
The use of the same coding system to analyze written responses from the institution in the Zhetysu region confirmed the appearance of the very same types of misconceptions in Tasks 1 (representativeness), 2 (gamblers' fallacy), 3 (outcome counting), 4 (base rate neglect), 5 (single path reasoning), and 6 (sample size neglect) as in the first sample. Thus, the second sample provided additional evidence for the conceptual validity of the instrument in different institutions.

Alongside with the similarities in the types of errors committed by students, the qualitative analysis revealed a different distribution of strengths among them. In contrast to the primary sample, students from the Zhetysu region provided relatively frequent justifications of their answers that involved the use of explicit reasoning. For example, several responses to Task 4 compared true and false positive cases; several responses to Task 5 made the two paths in the mixed colours event apparent; and some responses to Task 6 referred to greater variance in smaller samples. This pattern is consistent with stronger probabilistic reasoning on these particular tasks, although the small second-site sample prevents strong institutional claims.

It is worth pointing out, however, that the difference between the samples was not absolute but was confined to some tasks only. As seen from Task 1, assertion-level agreements with the equal probability claim prevailed in the secondary sample. As can be seen, the qualitative results confirm the quantitative findings and reinforce the interpretation that the institutional differences between two samples are profile differences.

Figure 2

Tasks named as hardest in the optional reflection in the primary Almaty-region institution sample.



Discussion

In light of the presented results, one may suggest that the engagement of preservice mathematics teachers with the counterintuitive probability problems should not be understood only in terms of accurate vs. inaccurate answers. The collected data show that, for quite a number of participants, it was possible to choose a correct option, but not to justify it adequately. Moreover, when asked to analyze hypothetical student reasoning, a majority of participants was able to point out that something was wrong about the solution, but not able to specify this issue in terms of mathematical concepts and principles. It would be fair to assume that there is an obvious relationship between the ability to provide a correct answer, the skill of probabilistic reasoning, and pedagogical diagnosis, but these skills should not be confused as one kind of competence.

One of the most evident conclusions that can be drawn from the results obtained is the inequality in the level of difficulty of all six tasks tested. While three first tasks were completed successfully by the vast majority of participants (random sequence, gambler's fallacy, sums of two dice), three other problems appeared to be much harder (base rate, without replacement, sample size). This conclusion is important since it indicates that the counterintuitive probability tasks do not belong to the same level of cognitive activity. Some questions may represent familiar types of intuitive errors, whereas other tasks presuppose more profound control of conditional structure, event composition, and variability of samples. In other words, the presented results prove the findings made in previous researches concerning the complexity of probability understanding.

In addition, the results indicate that correct answers do not necessarily reflect participants' knowledge of probabilistic concepts. This gap was most evident on the complex tasks — base rate, without replacement, and sample size. Participants chose the correct answer but could not explain the role of prevalence, sensitivity, or false positives. It can be concluded that the presented problem is educationally important since it refutes the generally accepted opinion regarding teacher preparation programs which imply that the correct answer is synonymous with adequate knowledge.

Misconception patterns in the written responses correspond well to previous findings. For example, representativeness reasoning was frequently the cause of the wrong choice in the random-sequence problem, where mixed sequences were viewed as random and therefore seen as having higher probability. Participants who took the gambler's-fallacy problem showed a subset of beliefs that tails became more probable after several successes (heads). For the dice-sum problem, errors in counting all possible outcomes as well as equating probabilities of all observable outcomes regardless of the structure of sample space were prevalent sources of misconceptions. The base-rate problem displayed a strong misunderstanding, as many participants focused on the accuracy of the testing

while ignoring its low prevalence. Without-replacement problem displayed inability to consider all relevant paths, and sample-size problem revealed that many participants were unaware of the fact that extreme proportions happened more often in small sample sizes.

Furthermore, the present findings contribute to the literature by showing that misconceptions can persist despite effective solving. Specifically, a significant challenge was in evaluation of hypothetical student reasoning. First of all, some participants gave the right answer to the question and argued it briefly. Second, others stated the right solution but failed to provide an analysis of the student's reasoning. Finally, there were also those who agreed with the student based on an initial look at the answer. Thus, the findings imply that pedagogical content knowledge of probability is more complex than mere content knowledge. Effective probability teaching needs future teachers to understand what makes intuitive explanations compelling and how to guide students toward mathematical reasoning.

Moreover, comparing students who had not yet taken a probability course with those who had already taken one is also essential. Indeed, in this case, we cannot speak about causation and thus should not make any strong claims. However, still, this information can be used for our interpretation since the association with formal course exposure appeared limited in terms of solving counterintuitive problems. Specifically, only one of the examined problems showed the post-course advantage, which cautiously suggests that routine instruction alone may not remove deeply rooted intuition-related misconceptions.

The secondary-site comparison provides an additional contribution to the literature. The latter does not simply illustrate the same pattern in the context of a broader aggregated sample. Instead, the secondary comparison helps examine the diagnostic usefulness of the instrument and simultaneously suggests differences in the prominence of the various misconception families among institutions. While in the sample from the Almaty region, the most common pattern was characterized by a sharp drop from the first three to the last three items, in Zhetysu, the decrease was much less pronounced, implying relatively high results in solving base-rate, without-replacement, and sample size problems and relatively low scores for the random sequence item. This descriptive pattern is important because it suggests the presence of stable counterintuitive challenges, along with those that depend on particular educational circumstances.

Another point of reflection concerns the distinction between mathematical thinking and professional readiness. There is the likelihood that preservice teachers could correctly solve the problems, while being unable to deal with schoolchildren's erroneous answers caused by misconceptions. The conclusion is that the development of diagnostic competence is essential in teacher training programs and should be done independently of mathematical problem-solving skills.

Therefore, the discussed study has several implications both from theoretical and practical perspectives. From a theoretical point of view, it supports the three-layered model of professional competence in terms of probability, including answer selection, justification, and diagnosis. At the same time, the layers overlap; however, their formation is not the same. Practical implications are related to the role of counterintuitive probability tasks in teacher education programs. Such activities have potential for diagnosing student errors, prompting written justifications, and generating discussion.

Limitations

A few limitations need to be mentioned. Firstly, while the study draws on data from two different institutions, the second site is much smaller and represents only the third year of students, so the institutional comparison is not fully equal. Moreover, the comparison of pre-and post-course samples is cross-sectional and cannot be considered as proof of the causative effect of the intervention. Third, the heterogeneity of the selected response questions used as part of the questionnaire is likely the reason behind the low internal consistency coefficient, or alpha. Finally, the qualitative coding relied on an expert audit rather than independent re-coding of the full response corpus, so formal inter-rater agreement statistics were not computed. Future studies should employ independent parallel coding to strengthen the credibility of qualitative classifications.

Conclusion

This study shows that by using a short set of counterintuitive probability problems, one can assess three different, but interrelated aspects of teachers' knowledge: selecting the right mathematical solution, explaining the probability principle behind the problem, and diagnosing learners' misconceptions. The key finding is not that some tasks were harder than others. Rather, correct answer rates consistently exceeded the depth of conceptual understanding — particularly for tasks involving base rates, compound events, and sample size.

Adding the second site allowed revealing the same general pattern at both universities despite differences in the difficulty hierarchy. One important implication concerns the teaching of probability to future teachers. First, one cannot restrict oneself by measuring correctness only when assessing probabilistic knowledge. One also needs to ask preservice teachers not only which solution is correct, but also why a particular solution appears intuitively appealing and why it is inconsistent with probabilistic reasoning.

Use of AI Tools

AI-assisted tools were used only for language improvement, correction of errors and formatting. All scientific decisions, data analysis, interpretation, and conclusions were made and verified by the authors.

References

- Alonso-Castaño, M., Alonso, P., Mellone, M., & Rodríguez-Muñiz, L. J. (2021). What mathematical knowledge do prospective teachers reveal when creating and solving a probability problem? *Mathematics*, 9(24), 3300. <https://doi.org/10.3390/math9243300>
- Álvarez-Arroyo, R., Batanero, C., & Gea, M. M. (2024). Probabilistic literacy and reasoning of prospective secondary school teachers when interpreting media news. *ZDM*, 56(6), 1045. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01586-8>
- Batanero, C., & Álvarez-Arroyo, R. (2023). Teaching and learning of probability. *ZDM*, 56(1), 5. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01511-5>
- Batanero, C., Begué, N., Álvarez-Arroyo, R., & Valenzuela-Ruiz, S. M. (2021). Prospective mathematics teachers' understanding of classical and frequentist probability. *Mathematics*, 9(19), 2526. <https://doi.org/10.3390/math9192526>
- Batanero, C., Contreras, J. M., Díaz, C., & Sánchez, E. (2015). Prospective teachers' semiotic conflicts in computing probabilities from a two-way table. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 10(1), 3. <https://doi.org/10.29333/iejme/288>
- Blanco, T. G., & Chamberlin, S. A. (2019). Pre-service teacher statistical misconceptions during teacher preparation program. *The Mathematics Enthusiast*, 16, 461. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1469>
- Burgos, M., Albanese, V., & López-Martín, M. del M. (2022a). Prospective primary school teachers' recognition of proportional reasoning in pupils' solution to probability comparison tasks. *HAL*. <https://hal.science/hal-03751836>
- Burgos, M., López-Martín, M. del M., Aguayo-Arriagada, C., & Albanese, V. (2022b). Análisis cognitivo de tareas de comparación de probabilidades por futuro profesorado de Educación Primaria. *Uniciencia*, 36(1), 1. <https://doi.org/10.15359/ru.36-1.38>
- Bursalı, G. G., & Özdemir, B. G. (2019). Matematik öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının kavram yanlışlarına yönelik öğretimsel açıklamaları: Olasılık konusu. *Journal of Computer and Education Research*, 7(14), 642. <https://doi.org/10.18009/jcer.639384>
- Dayal, H., & Sharma, S. (2020). Investigating probability concepts of secondary pre-service teachers in a game context. *Australian Journal of Teacher Education*, 45(5), 91. <https://doi.org/10.14221/ajte.2020v45n5.6>

Demirci, Ö., Özkaya, M., & Konyalıoğlu, A. C. (2017). Öğretmen adaylarının olasılık konusuna ilişkin hata yaklaşımları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. <https://doi.org/10.17556/erziefd.310667>

Drollinger-Vetter, B., Buff, A., Lipowsky, F., Philipp, K., & Vogel, S. (2025). Fostering pedagogical content knowledge on probability in preservice primary teachers within formal teacher education: A longitudinal experimental field study. *Teaching and Teacher Education*, 159, 104953. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2025.104953>

Dröse, J., Griesse, B., & Wessel, L. (2022). Prospective teachers' diagnostic judgments on students' understanding of conditional probabilities. *HAL*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03744585>

Elbehary, S. G. A. (2021). Reasoning under uncertainty within the context of probability education: A case study of preservice mathematics teachers. *Pythagoras*, 42(1). <https://doi.org/10.4102/pythagoras.v42i1.630>

Elbehary, S. G. A. (2022). Rethinking mathematics teachers' professional knowledge for teaching probability from the perspective of probabilistic reasoning: A proposed framework. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3). <https://doi.org/10.29333/iejme/12145>

He, S. (2025). How do preservice mathematics teachers analyze and respond to student errors in solving probability problems using tree diagrams? *Teaching and Teacher Education*, 168, 105250. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2025.105250>

Hokor, E. K. (2020). Pre-service teachers' probabilistic reasoning in constructivist classroom. *Pedagogical Research*, 5(2). <https://doi.org/10.29333/pr/7838>

Hokor, E. K., Apawu, J., Owusu-Ansah, N. A., & Agormor, S. (2021). Preservice teachers' misconceptions in solving probabilistic problems. *Pedagogical Research*, 7(1). <https://doi.org/10.29333/pr/11441>

Knudtzon, S. H. (2019). Pitfalls and surprises in probability: The battle against counterintuition. *HAL*. <https://hal.science/hal-02411606>

Köklü, O. (2024). A multidimensional diagnostic assessment for preservice mathematics teachers' conditional probability and Bayesian reasoning. *DergiPark*. <https://doi.org/10.21031/epod.1574880>

Korkmaz, E., & Alkan, S. (2023). The preservice teachers' approaches toward incorrect probability problems. *SAGE Open*, 13(4). <https://doi.org/10.1177/21582440231206605>

Kuş, M., & Çakıroğlu, E. (2020). Matematik öğretmeni adaylarının bilimsel araştırma hakkındaki eleştirel düşünme süreçleri: Gazete haberi örneği. *Turkish Journal of Education*, 9(1), 22-37. <https://doi.org/10.19128/turje.605456>

Kuzu, O., & Arıcan, M. (2020). Investigating preservice middle school mathematics teachers' competencies in statistics and probability in terms of various variables. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 11(1), 13. <https://doi.org/10.21031/epod.562586>

Laura, A., Mellone, M., Romano, P., & Tortora, R. (2017). Errors or didactic resources: A teacher education task in the context of probability. *HAL*. <https://hal.science/hal-01927877>

López-Martín, M. del M., Burgos, M., & Albanese, V. (2025). Interpretación de respuestas de alumnos en problemas de probabilidad por maestros en formación. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 39(2), 179. <https://doi.org/10.47553/rifop.v39i2.108921>

Sharma, S., Sharma, S., Doyle, P., Marcelo, L., & Kumar, D. (2021). Teaching and learning probability using games: A systematic review of research from 2010-2020. *Waikato Journal of Education*, 26(2). <https://doi.org/10.15663/wje.v26i2.881>

Su, C. S., Díaz-Levicoy, D., & Hsu, C. C. (2024). The impact of a training cycle on statistics and probability for future primary schoolteachers with a gender-focused approach within the framework

of education for sustainable development. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 20(2). <https://doi.org/10.29333/ejmste/14177>

Vetten, A. de, Schoonenboom, J., Keijzer, R., & Oers, B. van. (2017). Informal statistical inference and pre-service primary school teachers: The development of their content knowledge and pedagogical content knowledge during a teacher college intervention. HAL. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01927861>

Акниет Оразхан^{1}, Нурдаулет Шынарбек², Архат Баймуханов³*

^{1,2}SDU University, Каскелен, Казахстан

³Жетысуский университет имени Ильаса Жансугурова, Талдыкорган, Казахстан

*e-mail: akniyet.oralzhan@sdu.edu.kz

КОНТРИНТУИТИВНЫЕ ЗАДАЧИ ПО ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ: РАССУЖДЕНИЯ, ЗАБЛУЖДЕНИЯ И АНАЛИЗ ОШИБОК УЧАЩИХСЯ

Аннотация. Данное исследование изучает ответы, объяснения и оценки студентов педагогических специальностей по математике при работе с шестью контринтуитивными задачами по теории вероятностей. Оценивались три типа деятельности: выбор ответа, математическое объяснение выбранного ответа и анализ ошибки гипотетического студента. В исследовании приняли участие 172 студента педагогических специальностей по математике, отобранных методом удобной выборки из двух педагогических учебных заведений Казахстана — основная выборка из 145 человек из частного университета Алматинской области и дополнительная выборка из 27 студентов третьего курса другого частного учебного заведения Жетысуской области. Дизайн исследования включал анализ ответов с выбором варианта, а также кодирование 1 032 письменных объяснений и 1 032 оценок с возможными обоснованиями участниками своих ответов и/или критикой решений гипотетического студента. Количественный анализ охватывал сложность заданий, сравнение на уровне блоков, сравнение подгрупп основной выборки по признаку прохождения курсов, а также построение усреднённых по популяции логистических регрессионных моделей с ответами, вложенными в участников. Качественный анализ включал тематическое кодирование объяснений и оценок с последующей экспертной проверкой схемы кодирования. Представлены три основных результата. Во-первых, разрыв между заданиями 1–3 и заданиями 4–6 был особенно выражен в основной выборке. Во-вторых, независимо от места проведения исследования, точность ответов превышала качество письменных объяснений и педагогических оценок, поскольку многие участники выбирали правильный ответ, но не могли объяснить почему или должным образом оценить ошибку гипотетического студента на наиболее сложных заданиях. В-третьих, в дополнительной выборке наблюдался относительно низкий градиент сложности заданий, что привело к значимому эффекту взаимодействия между площадкой и блоком заданий.

Ключевые слова: контринтуитивные вероятностные задачи, будущие учителя математики, вероятностное мышление, заблуждения, педагогическое содержание знаний, анализ ошибок учащихся

Ақниет Оразхан^{1}, Нұрдаулет Шынарбек², Архат Баймұханов³*

^{1,2}SDU University, Қаскелең, Қазақстан

³Ілияс Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған, Қазақстан

*e-mail: akniyet.oralzhan@sdu.edu.kz

МАТЕМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІН ДАЯРЛАУДАҒЫ КОНТРИНТУИТИВТІ ЫҚТИМАЛДЫҚ ЕСЕПТЕРІ: ПАЙЫМДАУ, ҚАТЕ ТҮСІНІКТЕР ЖӘНЕ ОҚУШЫ ҚАТЕЛЕРІН ТАЛДАУ

Аңдатпа. Бұл зерттеу математика пәнінің болашақ мұғалімдерінің алты контринтуитивті ықтималдық есептері бойынша берген жауаптарын, түсіндірмелерін және гипотетикалық студенттің қателерін бағалауын қарастырады. Үш түрлі әрекет бағаланды: жауап таңдау, таңдалған жауапты математикалық тұрғыдан түсіндіру және гипотетикалық студенттің қатесін талдау. Зерттеуге Қазақстандағы екі педагогикалық жоғары оқу орнынан ыңғайлы іріктеу әдісімен жинақталған 172 математика мамандығының студент-мұғалімдері қатысты — Алматы облысындағы жеке университеттен 145 адамнан тұратын негізгі іріктеме және Жетісу облысындағы басқа жеке оқу орнының 27 үшінші курс студентінен тұратын қосымша іріктеме. Зерттеу дизайны жауап нұсқаларын талдауды, сондай-ақ қатысушылардың жауаптарын негіздеуі және/немесе гипотетикалық студент шешімдерін сынауы бойынша 1 032 жазбаша түсіндірме мен 1 032 бағалауды кодтауды қамтыды. Сандық талдау тапсырмалардың қиындығын, блок деңгейіндегі салыстыруларды, негізгі іріктемедегі курстан өткен кіші топтарды салыстыруды, сондай-ақ қатысушылар ішіне кірістірілген жауаптары бар популяция бойынша орташаланған логистикалық регрессия үлгілерін бағалауды қамтыды. Сапалық талдауға түсіндірмелер мен бағалауларды тақырыптық кодтау, одан кейін кодтау схемасын сараптамалық тексеру кірді. Үш негізгі нәтиже көрсетілді. Біріншіден, 1–3 тапсырмалар мен 4–6 тапсырмалар арасындағы алшақтық негізгі іріктемеде айқын байқалды. Екіншіден, зерттеу орнына қарамастан, жауаптардың дұрыстығы жазбаша түсіндірмелер мен педагогикалық бағалаулардың сапасынан жоғары болды, өйткені көптеген қатысушылар дұрыс жауапты таңдағанымен, ең қиын тапсырмаларда неге дұрыс екенін түсіндіре алмады немесе гипотетикалық студенттің қатесін дұрыс бағалай алмады. Үшіншіден, қосымша іріктемеде тапсырма қиындығының салыстырмалы түрде төмен градиенті байқалды, бұл орын мен тапсырма блогы арасында маңызды өзара әрекеттесу әсеріне әкелді.

Түйін сөздер: контринтуитивті ықтималдық есептері, болашақ математика мұғалімдері, ықтималдық ойлау, қате түсініктер, педагогикалық мазмұндық білім, оқушы қателерін талдау

Received 10 April 2026

FTAMP 31.01.45

DOI: <https://doi.org/10.47344/w4bp2y46>*Битемирова Алия¹, Тұймебаева Гулимжан^{*2}, Шаграева Бибигуль³, Қылышбаева Гулнар⁴**^{1,2,3}Ө.Жәнібеков атындағы ОҚПУ Шымкент, Қазақстан**⁴Орталық Азия инновациялық университеті, Шымкент, Қазақстан***e-mail: tgulimzhan@bk.ru*

АРАЛАС ОҚЫТУ ЖАҒДАЙЫНДА ХИМИЯ ПӘНІ МҰҒАЛІМІНІҢ КӨПТІЛДІЛІК ҚҰЗІРЕТТІЛІГІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЖОЛДАРЫ

Аңдатпа. Мақалада аралас оқыту жағдайында химия мұғалімінің көптілді құзыреттілігін қалыптастырудың тиімді жолдары қарастырылады. Химияның күрделі, бірақ қызықты мазмұнын тек ана тілінде ғана емес, сонымен қатар орыс және ағылшын тілдерінде де игеруге ықпал ететін әдістемелік тәсілдерді іздеуге және негіздеуге баса назар аударылады. Зерттеудің мақсаты-тілдердің химияны оқыту процесіне интеграциялануын қамтамасыз ететін оқытудың инновациялық әдістерін әзірлеу және ұсыну. Жұмыста химиялық лабиринт, белгісіз затты анықта, химиялық сөздік ойыны, шифрланған сөйлем әдісі, сондай-ақ CLIL тәсілінің негізгі компоненттерінің бірі болып табылатын скаффолдинг стратегиясы сияқты әдістемелік әдістер ұсынылған және сипатталған. Химиялық лабиринт әдісі мәтінмен жұмыс кезінде қолданылады және бірнеше тілдегі мазмұнды түсіну және талдау дағдыларын дамытуға бағытталған. Таяу даму аймағы тұжырымдамасына негізделген скаффолдинг стратегиясы білім алушыларды оқу міндеттерін орындауда дербестікке қол жеткізу мақсатында кезең-кезеңімен қолдауды көздейді, бұл олардың білімдерін, дағдылары мен танымдық дағдыларын дамытуға ықпал етеді. Шифрланған сөйлем әдісінің тиімділігі білім алушылардың сөздік қорын жақсы түсінуге және есте сақтауға ықпал ететін әр сөздің мағынасына назар аудара отырып, сөздердің құрылысына мағыналы көзқараспен қарайтындығында көрінеді. Мақалада сонымен қатар ағылшын тілін интеграциялау кезінде химия сабағының әртүрлі кезеңдерінде осы әдістерді қолдану бойынша практикалық ұсыныстар берілген, бұл студенттердің көп тілді құзыреттілігін қалыптастыру деңгейі мен оқыту сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: химияны көптілді оқыту, химиялық лабиринт, химиялық сөздік ойыны, скаффолдинг, миға шабуыл

Кіріспе

XXI ғасыр рухани даму және педагогикалық технологияларды жедел енгізу дәуірі ретінде сипатталады. Қоғамның ғылыми-техникалық прогресі тұлғаның интеллектуалды даму деңгейімен, оның белсенділігімен және Тәуелсіздік деңгейімен тікелей байланысты. Бұл үрдістер оқытудың бастапқы кезеңінен бастап өскелең ұрпақтың рухани-адамгершілік әлеуетін қалыптастыру, сондай-ақ олардың ақпараттық ойлауын дамыту қажеттілігін өзектендіреді. Осыған байланысты орта білім беру жүйесі оқытудың инновациялық технологияларын енгізу және білім беру мазмұнын жаңарту арқылы оқу процесін жетілдіруге бағдарланады.

Қазақстан Республикасының жаңа тіл саясатын іске асырудың басталуы тәуелсіздік алғаннан кейін көп ұзамай кезең-кезеңімен іске асырылатын Тілдердің үштұғырлығы мәдени жобасын енгізумен байланысты. Дәл осы кезеңнен бастап көптілділікті дамытуға және азаматтардың бәсекеге қабілеттілігін арттыруға бағытталған елдің тіл саясатының жаңа кезеңін қалыптастыру туралы айтуға болады.

Осы жобаны іске асыру шеңберінде Қазақстанның жалпы білім беретін мектептерінде 2019 жылдан бастап үш тілде оқытуға көшу көзделген. Басым пәндер ретінде жаратылыстану-математикалық цикл пәндері, атап айтқанда физика, химия, биология және

информатика анықталды. Бұл тәсіл пәндік және тілдік білімді интеграциялау қажеттілігіне байланысты, бұл білім алушыларды жаһанданған әлем жағдайларына дайындауға және олардың көптілді құзыреттілігін қалыптастыруға ықпал етеді [1-3].

Білім беруді дамытудың қазіргі жағдайында дәстүрлі күндізгі оқыту мен цифрлық онлайн-технологиялардың интеграциясы болып табылатын аралас оқытуды (blended learning) енгізу ерекше өзекті болып отыр. Бұл тәсіл білім беру процесінің икемділігін арттыруға ғана емес, сонымен қатар оқытуды дараландыруға жағдай жасауға мүмкіндік береді, бұл әсіресе болашақ мамандарды даярлауда маңызды. Зерттеулер көрсеткендей, аралас оқыту жағдайында білім алушылар онлайн-ортадағы теориялық дайындықты аудиториядағы практикалық іс-әрекетпен үйлестіре отырып, материалды игеру қарқынын дербес реттеуге мүмкіндік алады, бұл білімді игеру сапасына оң әсер етеді [4]. Цифрлық ресурстарды белсенді пайдалану студенттердің дербестігі мен оқу қызметінің нәтижелері үшін жауапкершілігін дамытуға ықпал етеді.

Аралас оқыту химияны оқытуда ерекше мәнге ие болады, өйткені бұл пән теориялық білім мен практикалық дағдылардың тығыз байланысын қажет етеді. Ғылыми зерттеулерде виртуалды зертханалар мен интерактивті модельдер сияқты цифрлық технологияларды қолдану күрделі химиялық процестерді тереңірек түсінуге ықпал ететіндігі, ал бетпе-бет сабақтар эксперименттік дағдылардың қалыптасуын қамтамасыз ететіндігі атап көрсетілген [4]. Осылайша, онлайн және офлайн оқыту формаларының үйлесуі студенттердің танымдық және практикалық құзыреттіліктерін жан-жақты дамытуға жағдай жасайды. Бұл тұрғыда CLIL тәсілін қолдану пәндік мазмұн мен тілдік дайындықты біріктіруге мүмкіндік береді, бұл көптілді ортада оқытудың тиімділігін айтарлықтай арттырады [5].

CLIL (Content and Language Integrated Learning) тәсілі көптілді білім беруді жүзеге асырудың ең тиімді құралдарының бірі ретінде қарастырылады. Оны қолдану Пәндік білім мен академиялық тілдік дағдыларды бір уақытта дамытуға ықпал етеді. Атап айтқанда, зерттеулер CLIL шеңберіндегі шет тілінде оқыту білім алушылардың кәсіби дайындықтың маңызды құрамдас бөлігі болып табылатын ғылыми ақпаратты басқа тілде талдау, түсіндіру және қолдану қабілетін қалыптастыратынын көрсетеді [6]. Сонымен қатар, Vanegas және Sánchez жұмыстарында CLIL-ді болашақ мұғалімдерді даярлау жүйесіне енгізу олардың әдістемелік икемділігі мен тілдік құзыреттілігін дамытуға ықпал ететіндігі атап көрсетілген, бұл әсіресе көптілді білім беру жағдайында өте маңызды [7].

Көптілді оқытуды жүзеге асырудың тиімділігі көбінесе оқытушының кәсіби дайындық деңгейіне байланысты екенін атап өткен жөн. CLIL жағдайында мұғалім білім аудармашысының функциясын ғана емес, сонымен қатар әртүрлі тілдердегі мазмұнның қол жетімділігін қамтамасыз ететін тілдік делдал рөлін атқарады. Kim және Graham зерттеулері оқытушының тілдік және әдістемелік дайындығының жоғары деңгейі CLIL бағдарламаларын сәтті іске асырудың негізгі факторы болып табылатынын дәлелдеді [8]. Өз кезегінде, Lai болашақ жаратылыстану пәндері мұғалімдерінің CLIL негізіндегі мақсатты дайындығы олардың көптілді құзыреттілігін қалыптастыруға ықпал ететінін және қазіргі білім беру жағдайында жұмысқа кәсіби дайындығын арттыратынын атап өтті [9].

Қазақстан ғылымында пәндік және тілдік оқытуды интеграциялау мәселесі де белсенді зерттелуде. Сонымен, Satayev және бірлескен авторлардың жұмысында CLIL-ді білім беру практикасына енгізу оқыту сапасын арттыруға ықпал ететіндігі, алайда мұғалімдердің тілдік даярлығының жеткіліксіз деңгейімен байланысты бірқатар қиындықтармен қатар жүретіндігі атап өтілді [10]. Бұл педагогикалық кадрларды даярлау жүйесін жетілдіру қажеттігін көрсетеді. Karabassova және San Isidro зерттеулері транслингвизм элементтерін пайдалану тілдік кедергілерді азайтуға мүмкіндік беретінін және оқу материалын түсінуді жеңілдететінін көрсетеді, бұл әсіресе көптілді оқыту жағдайында маңызды [11].

CLIL шеңберіндегі маңызды әдістемелік құрал жаңа материалды игеру процесінде білім алушыларды кезең-кезеңімен қолдауға бағытталған скаффолдинг стратегиясы болып табылады. Mahan және Ruiz de Zarobe жүргізген жүйелі шолудың нәтижелері скаффолдингтің когнитивті және тілдік дағдыларды дамытуға, әсіресе жергілікті емес тілде

оқыту жағдайында ықпал ететінін көрсетеді [12]. Бұл стратегия білім алушылардың жеке ерекшеліктерін ескеруге және олардың оқу міндеттерін өз бетінше орындау қабілетін біртіндеп қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Көптілді білім беру саласындағы зерттеулер академиялық тілдік құзыреттілікті қалыптастырудың маңыздылығын көрсетеді. García жұмысы академиялық тілді меңгеру деңгейі пәндік мазмұнды меңгеру сапасына тікелей әсер ететінін көрсетеді, бұл тіл мен мазмұнды біріктіруді табысты оқытудың негізгі шарты етеді [13].

Ғылыми әдебиеттерді талдау аралас оқыту мен CLIL тәсілін біріктіру Болашақ химия мұғалімдерінің көптілді құзыреттілігін қалыптастырудың тиімді құралы болып табылады деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл пәндік білімді терең игеруді ғана емес, сонымен қатар білім беру жүйесінің заманауи талаптарына сәйкес келетін тілдік, коммуникативтік және кәсіби дағдыларды дамытуды қамтамасыз етеді.

Заманауи ғылыми зерттеулерді талдау көп тілді білім беру жүйесінде аралас оқыту мен CLIL технологиясын енгізу мәселелері кеңінен қарастырылатынын көрсетеді. Шетелдік және отандық авторлардың еңбектерінде пәндік мазмұн мен тілді интеграциялаудың тиімділігі, сондай-ақ цифрлық технологиялардың оқу процесіне оң әсері дәлелденді. Әдебиетке шолу болашақ химия мұғалімдерін даярлау үшін түбегейлі маңызы бар бірқатар шешілмеген аспектілерді анықтады.

Ең алдымен, қолданыстағы зерттеулерде аралас оқыту жағдайында болашақ химия мұғалімдері – студенттердің көптілді құзыреттілігін қалыптастырудың әдістемелік тетіктері жеткіліксіз ашылған. Жұмыстардың көпшілігі химиялық мазмұнның ерекшелігін және мұғалімнің кәсіби дайындығын ескермей, университеттегі білімге немесе жалпы CLIL сұрақтарына бағытталған.

Ғылыми әдебиеттерде жоғары оқу орнында химияны оқыту процесінде үш тілді (қазақ, орыс және ағылшын) интеграциялаудың тәжірибеге бағытталған модельдері шектеулі ұсынылған. Онлайн және офлайн оқыту формаларының үйлесімі жағдайында Пәндік білім мен тілдік дағдыларды бір уақытта қалыптастыруды қамтамасыз ететін нақты әдістер мен әдістер (мысалы, ойын, лексикалық және когнитивтік стратегиялар) жеткілікті зерттелмеген.

Оқытушының тілдік даярлығына қойылатын талаптардың жоғары деңгейі мен оқытушылардың өздерінде де, білім алушыларда да ағылшын тілін меңгерудің жеткіліксіз деңгейі арасындағы қайшылық ерекше проблема болып табылады. Нәтижесінде оқу процесінде дилемма туындайды: пәндік мазмұнды игеруге немесе тілдік құзыреттілікті дамытуға назар аудару. Бұл аспект ғылыми зерттеулерде де жеткілікті түрде қамтылмаған және қосымша зерттеуді қажет етеді.

Ғылыми олқылық үш тілдің интеграциясын және инновациялық педагогикалық технологияларды қолдануды ескере отырып, аралас оқыту жағдайында болашақ химия мұғалімдерінің көптілді құзыреттілігін қалыптастырудың кешенді әдістемесінің жеткіліксіз әзірленуінде жатыр

Бұл зерттеудің мақсаты қазақ, орыс және ағылшын тілдерін интеграциялау негізінде аралас оқыту жағдайында болашақ химия мұғалімдерінің көптілді құзыреттілігін қалыптастырудың тиімді әдістерін теориялық негіздеу және практикалық әзірлеу болып табылады.

Қойылған мақсатқа жету үшін көптілді оқытудың қолданыстағы тәсілдерін талдауға, тиімді педагогикалық технологияларды (соның ішінде CLIL және скаффолдинг) анықтауға, сондай-ақ химияны оқыту процесінде тіл мен мазмұнды интеграциялауға бағытталған әдістемелік әдістерді әзірлеуге және сынақтан өткізуге байланысты міндеттерді шешу көзделеді.

Зерттеу гипотезасы болашақ химия мұғалімдерінің көптілді құзыреттілігін қалыптастыру, егер оқыту процесі аралас оқыту жағдайында ұйымдастырылса және CLIL технологияларын, скаффолдингті және пән ретінде дамытуға бағытталған арнайы әзірленген әдістемелік әдістерді пайдалана отырып, пәндік мазмұн мен тілдерді (қазақ, орыс және ағылшын) біріктіруге негізделген болса, тиімдірек болады деген болжам болып табылады.

Материалдар мен әдістер

Көптілділік құзіреттілікті қалыптастыруда қолданылатын әдістерге: интербелсенді әдістер, ақпараттық-коммуникативті техно-логиялар, теориялық сыни тұрғыдан ойлауды дамыту, т.б. жатады.

Химияны ағылшын тілін кіріктіре оқытуда әртүрлі ауызша, визуалдық, практикалық әдістерде қолданылады [14]. Әр әдіс бес негізгі кезеңнен тұрады: дайындық, бағдарлау, аналитикалық, қолданбалы және қорытынды. Әр кезеңде бір әдісті немесе басқа әдісті қолдануға болады.

Спиральділік қағидаты бойынша құрылған білім беру бағдарламасы Джером Брунердің Білім беру үдерісі (1960) атты еңбегінде қарастырылған танымдық теорияға негізделеді [15]. Оның пікірінше, ең күрделі материалдың өзі дұрыс құрылымдалып, дұрыс ұсынылатын болса, оны тіпті кішкентай балаларда түсіне алады.

Брунер адамның танымдық қабілеті шартты түрде бөлінген үш сатыдан тұрады деп тұжырымдайды:

- белсенді (жұмыс үдерісінде білім алу);
- бейнелік (суреттер мен бейнелердің көмегімен білім алу);
- таңбалық (сөздер мен сандардың көмегімен білім алу).

Бұл спиральді білім беру бағдарламасы тұжырымының дамуына себеп болған. Брунердің жұмысына негізделген. Спиральді білім беру бағдарламасының негізгі ерекшеліктері:

- студент оқу орнында оқыған кезде тақырыпты немесе пәнді бірнеше рет қайталап оқиды;

- әрбір қайталап оқыған сайын тақырыптың немесе пәннің күрделілігі арта түседі;

- жаңа білім алдыңғы біліммен тығыз байланысты және бұған дейін алынған ақпарат тұрғысынан қарастырылады.

Көптілді білім беруде лингафондық құрал-жабдықтар, аудио, видео кешені – студенттердің ауызша және жазбаша аударудағы білімін жетілдіру, сабақта пайдаланылатын сөздік қорын қосымша жаңа сөздермен байыту, толықтыру, функционалдық сауаттылығын дамыту мақсатында қолданылады. Сондай-ақ, оқыту үдерісінде мультимедиялық бағдарламаларының көмегімен, ғаламтор желісінен алынған әлемдік жағдайлар, жаңаша педагогикалық технология-лардың түрлі әдіс – тәсілдері, коммуникативтік бағыттағы оқыту элементтері кең қолданылады. Ақпараттық коммуникативті құралдарын тиімділігі білім алушылардың сабаққа деген қызығушылығын арттырады, дәл, тиянақты оқу-материалдарын алдын-ала дайындап, студентке берілгенде уақытты үнемдеуге болады. Сонымен қатар мұғалім қазіргі оқу орнындағы ақпараттық құралдарды жетік меңгеру, Power Point, Active Studio бағдарламаларымен жұмыс істеп қана қоймай үнемі интернет жүйесіндегі жаңалықтар мен өзгерістерді өзінің кәсіби шеберлігіне қолдана білу, білім кеңістігін кеңейту, ашу бағытындағы өзгерістер мен әлемдік білім беру кеңістігіне кіруге талпыну керек. Әр сабақта ақпараттық құралдарды пайдалану арқылы химия пәнін үш тілде оқытуды жақсартуға әрекет жасалынады. Әр сабақта әдіс – тәсілдерді тақырыпқа немесе сабақтың кезеңіне байланысты түрлендіруге болады.

Химияны үш тілде оқыту барысында мұғаліммен білім алушының өзара қарым-қатынасын өзгерту маңызды роль атқарады. Өйткені бұл мәселе тікелей жас ұрпақтың көңіл-күйіне, ой-өрісіне, дүниетанымына әсер ету жолымен жүзеге асырылады. Мұнда оқу мақсаты, принциптері, ұйымдастыру формалары, мазмұны, әдістері, ресурстары, нәтижелері да маңызды. Химия сабақтарында ағылшын тіліндегі ақпаратты қабылдау, түсіну, талдау барысында білім алушылардың білім, білік, дағдыларының дамуына, ғылыми дүниетанымға ие болуы үшін оқытушы және студент екі жақтық дидактикалық мақсат және міндет болып есептеледі. Түрлі әдіс-тәсілдерді, дидактикалық ойындарды білім беру үдерісіне кіріктіруде олардың оқу мақсаты, міндеті және түрі таңдап алынады [16]. Әдіс-тәсілдер мынадай негізгі бағыттарда болуы мүмкін:

- Сабақ мақсатына сай әдіс-тәсілдер таңдап алынады;

- Оқу үдерісі әдіс- тәсілдердің, дидактикалық ойындардың ережелеріне бағынады;
- Оқу материалын ойын ресурсы ретінде пайдаланады.

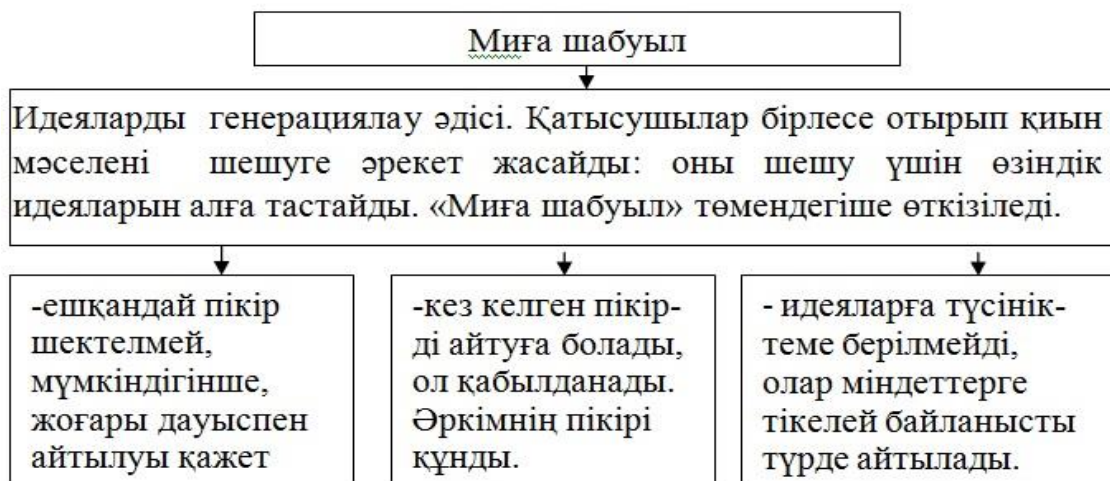
Химияны ағылшын тілінде оқытуда түрлі әдіс- тәсілдер қолданылады. Оларды мынадай негізгі топтарға ажыратуға болады:

- Әр түрлі жұмбақтар;
- Сайыстар;
- Моделдермен жұмыс жасау;
- Химиялық тәжірибелер өткізу;
- Теориялық білімдер сайысы;
- Презентация сабақтар;
- Компьютерлік ойындар және т.б.

Білім беру мазмұнының негізін сабақ құрайды. Сабақ арқылы ғылыми жаңалықтар және адамгершілік тәрбие студенттерге жеткізіледі. Бүгінгі таңда көптілді химия сабақтарын заманауи етіп ұйымдастырмай көзделген мақсатқа жету мүмкін емес. Заманауи сабақтарды студенттердің ең сүйкімді жаттығуы- ойынмен байланыстыру студентке де, білім алушыға да жан- жақты қолайлы. Өйткені ойын студенттердің әрекетін жүйелейтін, дамытатын методикалық әдіс міндетін атқара алады. Ойын, біріншіден, оқу және дидактик тапсырмаларды шешу ресурсы болса, екіншіден, ой- өрісті дамытады, тілді, сөйлеу қабілетін кеңейтеді.

- Химия сабақтарын үш тілде оқытуда ең тиімді әдістердің бірі – миға шабуыл стратегиясы [17]. Миға шабуылдың міндеті микротоп көмегімен жаңа идеяларды ашу. Бұл әдіс мәселенің шешімін табуға ұмтылған білім алушылардың қиялдаған идеяларын ашуға мүмкін-шілік береді. Идеялар неғұрлым көп болса, дұрыс жауаптар ықтималдығы солғұрлым көп болады. Бұл стратегия мәселенің ең дұрыс шешімдер қоймасын жасау үшін қолданылады.

- Миға шабуылды ағылшын тілінде оқытылатын топтарда теориялық сабақтарда, жұптарда немесе жеке жұмыс барысында қолдануға тиімді. Бұл білім алушының белсенділігін арттыруға, тақырыптың ең өзекті шешімін іздеуге жағдай туғызады. Төменде миға шабуыл стратегиясының сызбасы ұсынылды:



1 сурет – Миға шабуыл әдісінің құрылымы

Ал шифрланған сөйлем әдісін жүзеге асыру үшін тақырыпқа қатысты анықтамалар мен тұжырымдамалар ағылшын тілінде жазылып, қиынды түрінде шашылып тасталады.

Студенттер осы қиындыларды жинау арқылы толық дұрыс сөйлемді анықтайды. Бұл әдісті сабақ үстінде қолдану студенттердің пәннің мазмұнына қатысты білімдері мен қатар сөйлемдерді дұрыс құрастыру арқылы грамматикалық дағдылары тексеріледі. Мысалы:

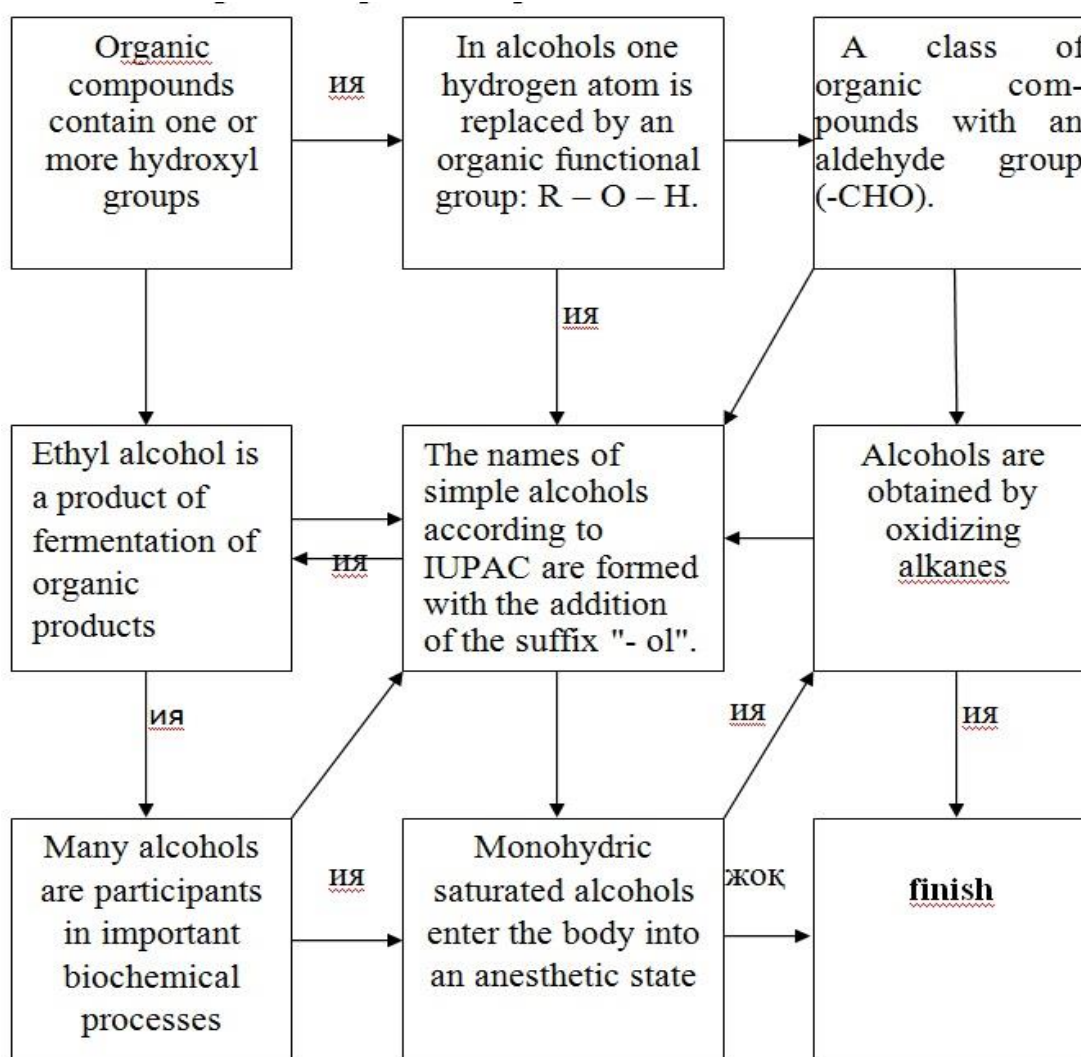
Alcohols react with alkaline and alkaline earth metals to form salt-like compounds-alcoholates сөйлемін жинақтау. Бұл әдістің тиімділігі студенттер кез келген түрдегі сөйлемді құрастыру

үшін әр сөзге жеке – жеке мән береді, сөйлемді құрастыру кезінде әр сөздің мағынасын түсінуге ұмтылады және әр сөздің есте сақталуына көмектеседі.

Кесте 1. Химиялық лабиринт әдісі

Alcohols	alkaline	metals
and	react	to
compounds	alcoholates	form
with	alkaline earth	salt-like

Химиялық лабиринт әдісін студенттерге берілген мәтінмен жұмыс жасауда қолдануға болады [18, 19]. Білім алушылар мәліметтерді дұрыс пайдаланса, соңына дейін жол таба алады. Жол жоғарғы сол жақтағы бұрыштан басталады. Спирттер тақырыбына лабиринтқа жасалынған үлгі келтіріліп отыр. (Alcohols).



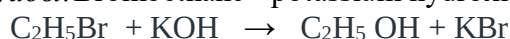
2 сурет – Химиялық лабиринт әдісінің құрылымы

Университетте мән мәтіндік алмастыруды химиялық формулаларды, теңдеулерді, терминологияны және номенклатураны зерттеуде қолдануға болады. Сонымен, білімді жалпылау және жүйелеу сабағында біз білім алушыларға келесі тапсырманы ұсына аламыз.

Реакциялар теңдеулерін құрыңыз, заттардың аттарын химиялық формулалармен алмастырыңыз, бос орынды толтырыңыз және коэффициенттерді орналастырыңыз:

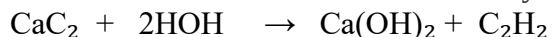
1) Bromoethane + potassium hydroxide → + potassium bromide

Жауабы: Bromoethane + potassium hydroxide → ethanol + potassium bromide



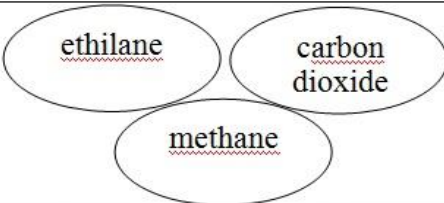
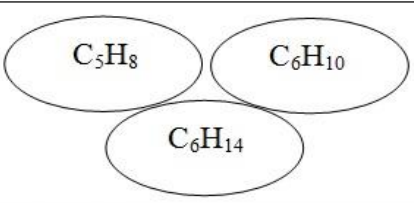
2) calcium carbide + water $\rightarrow$ calcium hydroxide +

Жауабы: calcium carbide + water $\rightarrow$ calcium hydroxide + acetylene



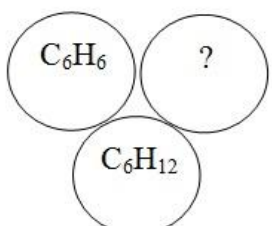
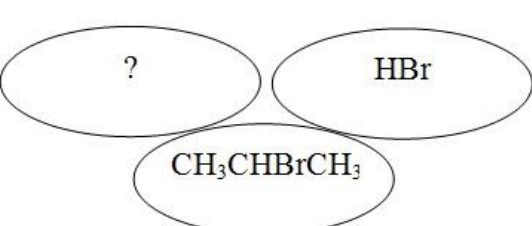
Мұндай тапсырма заттардың атаулары мен олардың формулалары арасында, сондай-ақ заттар мен теңдеулер атаулары арасында өзара ауысулар жасау, коэффициенттерді құру және реакция теңдеулерін жазу қабілеттерін дамытуға ықпал етеді.

Студенттердің жаңа тақырып бойынша үштілде алған білімдерін жүйелеуге қол жеткізу үшін мынадай тапсырма беруге болады. Берілген заттардың қасиеттерін салыстырып, артығын табу арқылы.

	
Жауабы: CO_2 Carbon dioxide Диоксид углерода Көмір қышқыл газы	Жауабы: C_6H_{14} Гексан Hexane

3 сурет - Белгісіз затты тап әдісі тапсырмасы

Органикалық заттардың химиялық қасиеттерін пысықтауға арналған тиімді әдістердің бірі белгісіз затты тап. Мұнда студенттер қосылыстың химиялық қасиетіне сүйене отырып белгісіз заттың формуласы мен атауын тауып, химиялық реакция теңдеуін жазады.

	
Жауабы: Hydrogen (сутек) H_2 $\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}$	Жауабы: propene (пропен) C_3H_6 $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_3$

4 сурет - Белгісіз затты тап әдісі тапсырмасы

Білім алушылардың химия сабақтарында ағылшын тіліндегі оқылым дағдысын қалыптастыруға арналған тапсырмалар орындауда әдістерді түрлендіру пәнге деген қызығушылығын арттыруға оң ықпал жасайтыны тәжірибе жүзінде байқалды.

Сонымен бірге пәндік-тілдік кіріктіріп оқыту сабақтарында үй тапсырмасын тексеруге немесе жаңа сабақты бекітуге қолдануда, тиімді әдістің бірі *Химиялық сөздік ойыны* [20]. Білім алушылар жаңа тақырыпта алған білімдерін қортындылау немесе қайталау үшін берілетін тапсырма. Студенттер анықтамаларды және терминдерді ағылшын тіліндегі атауларымен сәйкестендіруі керек.

Кесте 2. Химиялық сөздік ойыны

Тақырып: Тотығу тотықсыздану реакциялары
Тема: Окислительно-восстановительные реакции
Theme: Redox reaction

басқа бөлшектен электрон қабыл-дайтын бөлшектер (атом, молекула, ион)	<u>Тотығу тотықсыздану реакциясы/Redox reaction</u>	particles (atom, molecule, ion) that transfer electrons to another particle
басқа бөлшекке электрон тарататын бөлшектер (атом, молекула, ион)	<u>Тотықсыздандырғыш / reducer</u>	a chemical reaction in which atoms have their oxidation number changed
атомдардың тотығу дәрежесі өзгеруімен баратын реакция	<u>Тотықтырғыш / oxidizer</u>	particles (atom, molecule, ion) that gain electrons from another particle
электронды қабылдау процесі	<u>Тотықсыздану / reduction</u>	a chemical process involving the gain of electrons
электронды беру процесі	<u>Тотығу / oxidation</u>	a chemical process involving the loss of electrons

Шет тілін кіріктіріп оқытудағы жаңа қолдау әдістері ретінде скаффолдинг стратегиясын және білім сапасын жақсарту, студенттердің жағымды жеке қасиеттерін дамыту үшін қолдануға болады. Оқу скаффолдинг-бұл балаға немесе жаңадан бастаушыға мәселені шешуге, тапсырманы орындауға немесе жеке күш-жігері мен мүмкіндіктерінен тыс мақсаттарға жетуге мүмкіндік беретін процесс[21].

Scaffolding (қазақ тіліне аударғанда көпіршелер, қолдау деген мағынаны береді) CLIL әдісінің негізгі құраушыларының бірі болып табылады. Скаффолдинг Л.С. Выготскийдың жақын арадағы даму аймағы концепциясына негізделген және қолдау жасап отыру арқылы студенттің жеке өзі орындай алатындай жағдайға жеткізуге баса назар аударылады. Скаффолдинг сабақтың кез келген мезетінде жүзеге асырылуы мүмкін. Скаффолдинг тек мазмұндық сипатта емес, студенттердің тілдік дағдыларын дамытуға да бағытталатынына мән берілу керек.

Тиімді скаффолдинг тапсырмаларды орындауда немесе жаңа тұжырымдамаларды үйренуде білімгерлердің өз бетінше жұмыс жасауын арттырады. ХХІ ғасырдағы біздің ең негізгі мақсатымыздың бірі студенттердің өзбетінше жұмыс жасай білу дағдыларын қалыптастыру. Скаффолдинг стратегияларын төмендегіше көрсетсек осының барлық түрлерін ағылшын тілін кіріктіре оқыту сабақтарында қолдануға болады.



5 сурет – Скаффолдинг стратегиясы

Мысалға химияны ағылшын тілінде оқыту барысында кесте ұсынып, кестенің ішіне мазмұнды ашатын арнайы лексиканы /фразаларды кіріктіруге болады. Сол сияқты

зертханалық жұмыстарда ең күрделі шыққан нәтижелерді талдау. Мұндай жағдайда графиктер немесе диаграмма үлгілерін ұсыну арқылы қолдау көрсетуге болады.

Скаффолдинг үлкен ғимараттар тұрғызуға көмектесетін болса, білім саласында скаффолдинг студенттердің дағдыларын, білімдерін және ойлау деңгейлерін дамытуға ықпал етеді.

Болашақ химия мұғалімдерінің көптілді құзыреттілігін қалыптастыруға бағытталған интерактивті технологияларды, дидактикалық ойындарды, CLIL элементтерін және скаффолдинг стратегиясын жүйелі қолдану химиялық білімді игеруді ғана емес, сонымен қатар студенттердің тілдік, танымдық және коммуникативтік дағдыларын дамытуды қамтамасыз етеді. Ұсынылған әдістемелерді практикалық іске асыру оларды сынақтан өткізуді және білім беру процесінің нақты жағдайында тиімділікті бағалауды талап етеді.

Зерттеуді ұйымдастыру және эксперимент кезеңдері: Педагогикалық эксперимент жоғары оқу орнының базасында «Органикалық химия» пәнін оқыту аясында жүзеге асырылды. Зерттеу жұмысының жалпы ұзақтығы 10 аптаны құрады (барлығы 20 академиялық сағат: оның ішінде 10 сағат дәріс, 10 сағат семинар және зертханалық сабақтар). Эксперимент жүйелі түрде ұйымдастырылған үш негізгі кезеңнен тұрды:

1. *Дайындық кезеңі (1 апта):* Эксперименттік және бақылау топтарындағы студенттердің бастапқы тілдік және пәндік білім деңгейін анықтау мақсатында кіріс диагностикасы (пре-тест) жүргізілді. Көптілді оқу контенті, ағылшын тіліндегі терминологиялық сөздіктер, интерактивті тапсырмалар мен скаффолдингке арналған тірек-сызбалар әзірленді.

2. *Негізгі (интервенциялық) кезең (8 апта):* Эксперименттік топта CLIL әдіснамасы мен геймификация элементтерін кіріктіре отырып жасалған арнайы оқыту бағдарламасы (интервенция) жүзеге асырылды.

3. *Қорытынды кезең (1 апта):* Оқыту нәтижелерін бағалау үшін екі топта да қорытынды бақылау (пост-тест) жүргізіліп, алынған мәліметтерге статистикалық талдау жасалды.

Зерттеудің объективтілігін қамтамасыз ету үшін бақылау және эксперименттік топтардағы оқу бағдарламасының мазмұны мен көлемі бірдей болды, алайда оқыту әдіснамасы мен формаларында түбегейлі айырмашылықтар сақталды:

- *Бақылау тобында (1507-29, N=22):* Оқыту дәстүрлі форматта жүргізілді. Теориялық материалдар стандартты дәріс түрінде беріліп, семинар сабақтарында дәстүрлі жаттығулар мен есептер шығарылды. Сабақтар негізінен ана тілінде өтті, ал ағылшын тіліндегі химиялық терминдер оқу үдерісіне терең кіріктірілмей, тек сөздік деңгейінде (аударма түрінде) ғана қарастырылды.

- *Эксперименттік топта (1507-19, N=21):* Оқыту пәндік-тілдік кіріктіріп оқыту (CLIL) және аралас оқыту (blended learning) қағидаттарына негізделді. Әр сабақ құрылымына төмендегідей нақты әдістер жүйелі түрде кіріктірілді:

- *Жаңа материалды меңгеру кезеңінде:* Тілдік кедергіні жою және терминдерді игеру үшін «Скаффолдинг» стратегиясы (визуалды тіректер, формулалар мен ағылшынша атаулар қатар берілген кестелер) және «Миға шабуыл» қолданылды.

- *Білімді бекіту және қолдану кезеңінде:* Ағылшын тіліндегі терминдерді контекст ішінде түсіну дағдыларын дамыту үшін «Химиялық лабиринт» және «Химиялық сөздік» дидактикалық ойындары ұйымдастырылды.

- *Рефлексия және бағалау кезеңінде:* Студенттердің оқылым және жазылым дағдыларын кешенді тексеру мақсатында «Шифрланған сөйлем» және «Белгісіз затты анықта» әдістері қолданылды. Осылайша, эксперименттік топтағы интервенция студенттердің тек химиялық заңдылықтарды түсінуін ғана емес, сонымен бірге ағылшын тілінде кәсіби коммуникацияға түсу дағдыларын қалыптастыруды мақсат етті.

Бағалау құралдары, критерийлері және диагностикалық өлшемдер: Эксперимент барысында студенттердің көптілді құзыреттілігін бағалау CLIL әдіснамасының талаптарына сай қос бағытты (dual-focused) сипатқа ие болды. Бағалау құралы ретінде арнайы әзірленген

диагностикалық тапсырмалар кешені қолданылды. Студенттердің тапсырмаларды орындау нәтижелері келесі екі негізгі критерий бойынша бағаланды:

1. *Пәндік (когнитивтік) критерий*: Органикалық химия заңдылықтарын түсінуі, химиялық формулалар мен реакция теңдеулерін дұрыс құрастыруы.
2. *Тілдік (коммуникативтік) критерий*: Ағылшын тіліндегі химиялық терминологияны дұрыс қолдануы, академиялық сөйлемдерді грамматикалық және лексикалық тұрғыдан сауатты құрастыруы («Шифрланған сөйлем» және т.б.).

Көптілді құзыреттіліктің қалыптасу деңгейі университеттің дәстүрлі бағалау жүйесіне бейімделген үш деңгейлі шкала бойынша өлшенді:

- *Жоғары деңгей (85-100%)*: Студент химиялық ұғымдарды толық меңгерген, ағылшын тіліндегі терминдерді еркін әрі қатесіз қолданады, тапсырманы ешқандай скаффолдинг (қолдау) қажет етпей өз бетінше орындайды.
- *Орташа деңгей (70-84%)*: Студент пәндік мазмұнды түсінеді, бірақ ағылшын тіліндегі терминдерді қолдануда немесе сөйлем құрастыруда ішінара қателіктер жібереді. Тапсырманы орындау үшін мұғалімнің немесе визуалды тіректердің көмегін қажет етеді.
- *Төмен деңгей (<70%)*: Студент химиялық заңдылықтарды түсінуде және ағылшын тіліндегі кәсіби лексиканы қолдануда айтарлықтай қиындықтарға тап болады. Тапсырмалардың басым бөлігі дұрыс орындалмаған.

Құралдардың валидтілігі мен сенімділігі (Validity and Reliability) Диагностикалық тапсырмалардың мазмұндық валидтілігі олардың «Химия мұғалімдерін даярлау» білім беру бағдарламасының оқу жұмыс жоспарына және «Органикалық химия» пәнінің силлабусына толық сәйкес келуімен қамтамасыз етілді. Өлшеу құралдарының сенімділігі (reliability) бағалаудың бірыңғай рубрикаторын (стандартты дұрыс жауаптар матрицасы) қолдану арқылы қамтамасыз етілді. Бұл бағалаудың субъективтілігін төмендетіп, студенттердің пәндік және тілдік көрсеткіштерін нақты математикалық пайызбен есептеп шығаруға мүмкіндік берді.

Осы сипатталған әдіснама мен өлшемдер негізінде жүргізілген педагогикалық эксперименттің сандық нәтижелері келесі бөлімде талқыланады.

Нәтижелер мен талқылаулар

Ұсынылған әдістемелік тәсілдердің тиімділігін тексеру мақсатында химияны оқыту процесінде студенттердің көптілді құзыреттілігінің қалыптасу деңгейін бағалауға бағытталған педагогикалық зерттеу ұйымдастырылды. Зерттеуге «Химия мұғалімдерін даярлау» білім беру бағдарламасының студенттері қатысты: эксперименттік топты 1507-19 (N = 21) тобының студенттері, ал бақылау тобын 1507-29 (N = 22) тобының студенттері құрады.

Студенттердің үлгерім көрсеткіштері төмендегі суретте және есептеу барысында көрсетілген:



6 сурет – Студенттердің онлайн платформа арқылы көрсеткіштері

Зерттеу барысында аралас оқыту жағдайында қолданылатын әдістердің әрқайсысының нәтижелілігін анықтауға ерекше назар аударылды. Эксперименттік топта оқыту алты әдістемелік тәсілдер кешенін қолдану арқылы жүзеге асырылды, ал бақылау тобында оқытудың дәстүрлі моделі сақталды.

Объективті деректерді алу үшін келесі әдістер негізінде әзірленген тапсырмаларды орындауды қамтитын диагностика жүргізілді: миға шабуыл, шифрланған сөйлем, химиялық лабиринт, белгісіз затты анықта, химиялық сөздік және скаффолдинг стратегиясы. Нәтижелерді бағалау дұрыс орындалған тапсырмалар саны бойынша жүзеге асырылды, бұл пәндік мазмұнды да, тілдік дағдыларды да меңгеру деңгейін анықтауға мүмкіндік берді.

Нәтижелерді талдау әр әдіс бойынша бөлек жүргізілді, бұл олардың салыстырмалы тиімділігін анықтауға және тапсырмаларды орындаудың жалпы табыстылық деңгейін анықтауға мүмкіндік берді. Ол үшін тапсырмалардың әр түрі бойынша пайыздық көрсеткіштер есептелді, содан кейін орташа мән анықталды.

Эксперименттік топтағы әр әдіс бойынша тапсырмаларды орындау нәтижелері 3-кестеде келтірілген.

Кесте 3. Әдістер бойынша тапсырмаларды орындау нәтижелері (эксперименттік топ)

№	Әдістер	Студенттер саны (n=21)	Дұрыс орындалды (n)	Пайыз (%)
1	Миға шабуыл	21	15	71,4%
2	Шифрланған сөйлем	21	16	76,2%
3	Химиялық лабиринт	21	14	66,7%
4	Белгісіз затты анықта	21	13	61,9%
5	Химиялық сөздік	21	17	81,0%
6	Скаффолдинг	21	14	66,7%

Орташа мән формуласы:

$$X = \frac{\sum X_i}{n}$$

мұнда:

X_i – әр әдістің пайызы

n – әдістер саны (6)

$$X = \frac{\sum 71,4 + 76,2 + 66,7 + 61,9 + 81,0 + 66,7}{6} = 70,6\%$$

Кесте 4. Әдістер бойынша тапсырмаларды орындау нәтижелері (бақылау тобы)

№	Әдістер	Студенттер саны (n=22)	Дұрыс орындалды (n)	Пайыз (%)
1	Миға шабуыл	22	12	54,5%
2	Шифрланған сөйлем	22	13	59,1%
3	Химиялық лабиринт	22	11	50,0%
4	Белгісіз затты анықта	22	10	45,5%
5	Химиялық сөздік	22	14	63,6%
6	Скаффолдинг	22	11	50,0%

$$X = \frac{\sum 54,5 + 59,1 + 50,0 + 45,5 + 63,6 + 50,0}{6} = 53,8\%$$

Статистикалық есептеулер χ^2 статистикалық әдісі арқылы есептелді.

3 – кестеде екі топтың жалпы мәндері көрсетілген:

Кесте 5. Контингенттік кесте

Топ	Дұрыс	Дұрыс емес	Барлығы
Эксперименттік	15	6	21
Бақылау	12	10	22
Барлығы	27	16	43

Күтілетін мәндер (E)

$$E = \frac{\text{жол} * \text{баған}}{\text{жалпы}}$$

Эксперименттік дұрыс:

$$E = \frac{21 * 27}{43} = 13,19$$

Эксперименттік дұрыс емес:

$$E = \frac{21 * 16}{43} = 7,81$$

Бақылау (дұрыс):

$$E = \frac{22 * 27}{43} = 13,81$$

Бақылау (дұрыс емес):

$$E = \frac{22 * 16}{43} = 8,19$$

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

$$\chi^2 = \frac{(15 - 13.19)^2}{13.19} + \frac{(6 - 7.81)^2}{7.81} + \frac{(12 - 13.81)^2}{13.81} + \frac{(10 - 8.19)^2}{8.19} = 0.25 + 0.42 + 0.24 + 0.40 = 1.31$$

Еркіндік дәрежесі:

$$df = (2 - 1)(2 - 1) = 1$$

Критикалық мән:

$$\chi^2_{crit} = 3.84$$

$$\chi^2_{есеп} = 13.1 < 3.84$$

χ^2 критерийін есептеу нәтижесі ($\chi^2 = 1.31$; $p > 0.05$) эксперименттік және бақылау топтары арасындағы айырмашылық қазіргі кезеңде статистикалық маңыздылық деңгейіне жетпегенін көрсетті. Бұл ең алдымен зерттеуге қатысқан респонденттер санының шағын болуымен (жалпы $N=43$) түсіндіріледі. Дегенмен, статистикалық маңызды айырмашылықтың болмауына қарамастан, сандық көрсеткіштер эксперименттік топта айқын оң динамика қалыптасқанын растайды. Миға шабуыл, химиялық лабиринт, шифрланған сөйлем және скаффолдинг стратегияларын кешенді түрде қолданған эксперименттік топ студенттерінің орташа көрсеткіші 70.6%-ды құраса, дәстүрлі форматта оқыған бақылау тобының көрсеткіші 53.8%-да қалды.

Бұл мәліметтер ұсынылған әдістемелік тәсілдердің көптілі ортада химияны оқытудағы практикалық тиімділігін көрсетеді. Интерактивті әдістер мен геймификация элементтерін аралас оқыту жағдайында қолдану студенттердің танымдық белсенділігін арттырып, тілдік кедергілерді төмендетуге оң ықпал етеді. Болашақта бұл әдістердің тиімділігін статистикалық тұрғыдан нақты дәлелдеу үшін респонденттер санын арттырып, ауқымды педагогикалық эксперимент жүргізу жоспарлануда.

Зерттеудің шектеулері

Осы зерттеудің объективтілігін қамтамасыз ету мақсатында оның бірқатар шектеулерін ашық атап өткен жөн. Біріншіден, зерттеуге қатысқан респонденттер санының (іріктеменің) шағын болуы ($N=43$) топтар арасындағы нәтижелердің статистикалық маңызды айырмашылық деңгейіне ($\chi^2 = 1.31$; $p > 0.05$) жетуіне мүмкіндік бермеді. Екіншіден, мақалада эксперименттің жалпы ұзақтығы (10 апта) мен бағалау құралдарының критерийлері нақтыланғанымен, зерттеу тек интервенциядан кейінгі (post-test) кесінді нәтижелерге негізделген, ал кіріс диагностикасының (pre-test) статистикалық салыстыруы жүргізілмеді.

Сондықтан, алынған 70.6% жоғары көрсеткіш ұсынылған әдістердің оң динамикасын көрсеткенімен, болашақта бұл нәтижені толықтай бекіту үшін іріктеме көлемі мен эксперимент ұзақтығын арттырып, pre-test/post-test дизайнымен ауқымдырақ қосымша зерттеулер жүргізу көзделіп отыр.

Аралас оқыту жағдайында химияны көптілді оқытудың жүйелі моделі:

Ұсынылып отырған әдістер (CLIL, скаффолдинг, химиялық лабиринт, т.б.) кездейсоқ емес, «Төңкерілген сынып» (Flipped Classroom) форматындағы аралас оқыту (Blended Learning) моделі аясында жүйелі түрде қолданылуы тиіс. Осы зерттеу тәжірибесіне сүйене отырып, көптілді құзыреттілікті қалыптастырудың үш кезеңдік практикалық моделі ұсынылады:

Аралас оқыту жағдайында әдістерді қолдану моделі:

- 1-кезең: *Сабаққа дейінгі дайындық (Онлайн / Асинхронды)*

- *Мақсаты:* Студенттерді жаңа тақырыптың тілдік және пәндік базасымен алдын ала таныстыру.

- *Қолданылатын әдістер:* Скаффолдинг стратегиясы. Студенттерге LMS платформасы (Moodle, Canvas т.б.) арқылы ағылшын тіліндегі бейнелексиялар, глоссарийлер мен формулалар жазылған визуалды тірек-кестелер ұсынылады.

- *Әрекет:* Студенттер дәрісханаға келмес бұрын негізгі терминдерді дербес меңгереді, тілдік кедергіні төмендетеді.

- 2-кезең: *Сабақ барысы (Офлайн / Синхронды бетпе-бет)*

- *Мақсаты:* Пәндік мазмұнды тереңдету, коммуникативтік дағдыларды және сыни ойлауды дамыту.

- *Қолданылатын әдістер:* Миға шабуыл, Химиялық лабиринт, Белгісіз затты анықта.

- *Әрекет:* Дәрісханалық уақыт теорияны қайталауға емес, активті оқытуға жұмсалады. Студенттер шағын топтарда жұмыс істеп, ағылшын тілінде талқылаулар жүргізеді. «Химиялық лабиринт» сияқты геймификация әдістері арқылы тапсырмаларды орындап, оқытушыдан тікелей кері байланыс алады.

- 3-кезең: *Сабақтан кейінгі бекіту және бағалау (Онлайн / Офлайн)*

- *Мақсаты:* Алынған білімді жүйелеу, академиялық жазылым мен оқылым дағдыларын тексеру.

- *Қолданылатын әдістер:* Шифрланған сөйлем, Химиялық сөздік ойыны.

- *Әрекет:* Студенттер онлайн платформада (Quizlet, LearningApps немесе LMS тесттері) химиялық сөздік ойындарын ойнап, терминдерді бекітеді. Жоғары когнитивті деңгейді талап ететін «Шифрланған сөйлем» тапсырмаларын орындап, грамматикалық дұрыс академиялық сөйлем құрастыруға машықтанады.

Әдістемені тиімді қолданудың негізгі шарттары: Жоғарыда аталған модель өз нәтижесін беру үшін бірнеше педагогикалық шарттар орындалуы қажет:

1. *Инфрақұрылымдық шарт:* Оқу орнында студенттердің алдын ала дайындалуына және ойын элементтерін қолдануына мүмкіндік беретін тұрақты цифрлық ортаның (LMS, интернет) болуы.

2. *Оқытушының қос құзыреттілігі:* Оқытушы тек химия пәнін ғана емес, сонымен бірге ағылшын тілінде CLIL әдіснамасының принциптерін (BICS және CALP деңгейлерін ажырату, тілдік мақсат қоя білу) меңгеруі тиіс.

3. *Икемділік (Адаптивтілік):* Әдістерді қолдану студенттердің бастапқы ағылшын тілі деңгейіне қарай бейімделуі керек. Тілдік деңгейі төмен топтарда 1-кезеңдегі (онлайн) скаффолдинг үлесі барынша жоғары болуы қатаң қадағаланады.

Қорытынды

Зерттеу нәтижелері көптілді білім беруге негізделген аралас оқыту жағдайында химияны оқытудың практикалық тиімділігін көрсетеді. Салыстырмалы талдау көрсеткендей, эксперименттік топта тапсырмаларды орындаудағы орташа жетістік деңгейі 70,6%-ды, ал бақылау тобында 53,8%-ды құрады. Бұл көрсеткіш ұсынылған әдістерді қолдана отырып

оқыған студенттердің көптілігі құзыреттілігінде оң динамика қалыптасқанын айқындайды. Ең жоғары нәтижелер «шифрланған сөйлем» және «химиялық сөздік» сияқты лексикаға бағытталған әдістерді қолдану кезінде тіркелді, бұл тілдік және пәндік мазмұнды біріктірудің маңыздылығын дәлелдейді.

χ^2 критерийін қолдана отырып жүргізілген статистикалық талдау ($\chi^2=1.31$; $p>0.05$) топтар арасындағы айырмашылық қазіргі кезеңде статистикалық маңыздылық деңгейіне жетпегенін көрсетті. Алайда, эксперименттік топта анықталған айқын оң динамика ұсынылған әдістемелік тәсілдердің практикалық тиімділігі туралы тұжырым жасауға негіз береді. Сондай-ақ, бұл нәтижелер болашақта статистикалық маңыздылыққа қол жеткізу үшін респонденттер санын (үлгіні) одан әрі кеңейтіп, эксперименттің ұзақтығын арттыру қажеттілігін көрсетеді.

Аралас оқыту технологиялары мен CLIL тәсілінің интеграциясы болашақ химия мұғалімдерін даярлаудағы перспективалы бағыт болып табылады және олардың көптілігі құзыреттілігін қалыптастыруға тікелей ықпал етеді. Ұсынылған интерактивті әдістер студенттердің оқу іс-әрекетін жандандырып, ынтасын арттырады және заманауи білім беру ортасында кәсіби құзыреттіліктің жан-жақты дамуын қамтамасыз етеді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 Послание Президента Республики Казахстан народу Казахстана от 28 февраля 2007 г. Новый Казахстан в новом мире // Информационно- правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан: Әділет.-[Электронный ресурс]: Режим доступа :<http://adilet.zan.kz/rus/docs/K>
- 2 Қазақстан Республикасы білім беруді және ғылымды дамытудың 2015–2020 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы. – Астана: ҚР БҒМ, 2015.–116. [электронды ресурс]. – <https://kzref.org/sh-tilde-bilimberudi-damitudi-2015-2020-jildarfa-arnalfan-jol.html>.
- 3 Назарбаев, Н.А. Социальная модернизация Казахстана: Двадцать шагов к Обществу Всеобщего Труда [Текст] // Казахстанская правда. – 2012, 10 июля. – № 218–219.
- 4 Kuzembayeva G., Tazhigulova A., Zhorabekova A. CLIL in secondary education during distance learning // Contemporary Educational Technology. – 2021.
- 5 Konyssova A., Akhmetova A., Assanova D. CLIL practices in natural science subjects in Kazakhstan // Cypriot Journal of Educational Sciences. – 2022.
- 6 Lee J.H., Lee H. Effects of CLIL on students' language learning // Studies in Second Language Learning and Teaching. – 2023.
- 7 Banegas D.L., Sánchez H.S. CLIL and teacher education: modern approaches // Teachers and Teaching. – 2023.
- 8 Kim H., Graham K. Teacher professional development in CLIL contexts // LACLIL. – 2022.
- 9 Lai C.J. Transformative impact of pre-service CLIL science teacher education // Humanities and Social Sciences Communications. – 2025.
- 10 Satayev M., Ashirbayev Y., Koshanova Z. Content and Language Integrated Learning in Kazakhstan: A scoping review // 2024.
- 11 Karabassova L., San Isidro X. Translanguaging in CLIL classrooms in Kazakhstan // International Journal of Multilingualism. – 2023.
- 12 Mahan K.R., Ruiz de Zarobe Y. Scaffolding English Language Learners: A Systematic Review // Springer. – 2024.
- 13 García C.M. Assessing academic language proficiency in bilingual education // Porta Linguarum. – 2026.
- 14 Нурпеисова, С.К., Азимбаева Ж.А. Внедрение полиязычного образования: опыт, проблемы и перспективы. Вестник Карагандинского государственного университета - Караганда, 2015.-№2(62).-С.4-8.

- 15 Jill Surmont, Esli Struys, Maurits Van Den Noort, Piet Van De Craen. The effects of CLIL on mathematical content learning: A longitudinal study. – Vrije Universiteit Brussel, 2016. – 331 p.
- 16 Жалпы орта білім беру жүйесіндегі көптілді білім беруді дамытудың әдіснамалық камтамасыздығы: әдіснамалық құрал. – Ы.Алтынсарин атындағы ҰБА, 2015. – 11–12 б.
- 17 Жетписбаева, Б.А. Полиязычное образование: теория и методология. – Алматы: Білім, 2000– 343с.
- 18 Vydrova, J. Students' key competencies required for applicability in practice – students' point of view // Scientific Papers of the University of Pardubice. – 2018, Vol.26, Iss.44. – P.245–256.
- 19 Tatarinceva, A. Lifelong learning of gifted and talented students. // Espacios. – 2018, Vol.39, Iss.2. – No.29
- 20 Ибрагимов, Ж.А., Жұмахмет, И.Ж. Үштілді меңгеру заман талабы. // Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университетінің Хабаршысы. – 2017, №6 (72), Б.28–31
- 21 Исабекова, Г.Б., Дүйсенова, Н.Т., Ахметова, А. Германияның білім беру жүйесіндегі CLIL технологиясының қазіргі жағдайына салыстырмалы талдау. // Bulletin of Assawi University. – 2019, №2, – Б.71–80.

References

- 1 Poslanie Prezidenta Respubliki Kazahstan narodu Kazahstana ot 28 fevralä 2007 g. Novyi Kazahstan v novom mire // Informacionno-pravovaya sistema normativnyh pravovyh aktov Respubliki Kazahstan: Ädilet. – [Elektronnyi resurs]: Rejim dostupa : <http://adilet.zan.kz/rus/docs/K>
- 2 Qazaqstan Respublikasy bilim berudi jäne gylymdy damytudyñ 2015–2020 jylдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы. – Astana: QR BĞM, 2015. – 11b. [elektrondy resurs]. – <https://kzref.org/sh-tilde-bilimberudi-damitudi-2015-2020-jildarfa-arnalfan-jol.html>.
- 3 Nazarbaev, N.A. Sosiálnaia modernizatsia Kazahstana: Dvadsät şagov k Obşestvu Vseobşego Truda [Tekst] // Kazahstanskaia pravda. – 2012, 10 iulä. – № 218–219.
- 4 Kuzembayeva G., Tazhigulova A., Zhorabekova A. CLIL in secondary education during distance learning // Contemporary Educational Technology. – 2021.
- 5 Konysova A., Akhmetova A., Assanova D. CLIL practices in natural science subjects in Kazakhstan // Cypriot Journal of Educational Sciences. – 2022.
- 6 Lee J.H., Lee H. Effects of CLIL on students' language learning // Studies in Second Language Learning and Teaching. – 2023.
- 7 Banegas D.L., Sánchez H.S. CLIL and teacher education: modern approaches // Teachers and Teaching. – 2023.
- 8 Kim H., Graham K. Teacher professional development in CLIL contexts // LACLIL. – 2022.
- 9 Lai C.J. Transformative impact of pre-service CLIL science teacher education // Humanities and Social Sciences Communications. – 2025.
- 10 Satayev M., Ashirbayev Y., Koshanova Z. Content and Language Integrated Learning in Kazakhstan: A scoping review // 2024.
- 11 Karabassova L., San Isidro X. Translanguaging in CLIL classrooms in Kazakhstan // International Journal of Multilingualism. – 2023.
- 12 Mahan K.R., Ruiz de Zarobe Y. Scaffolding English Language Learners: A Systematic Review // Springer. – 2024.
- 13 García C.M. Assessing academic language proficiency in bilingual education // Porta Linguarum. – 2026.

- 14 Nurpeisova, S.K., Azimbaeva J.A. Vnedrenie poliazыchnogo obrazovaniya: opyt, problemy i perspektivy. Vestnik Karagandinskogo gosudarstvennogo universiteta - Karaganda, 2015.- №2(62).-S.4-8.
- 15 Jill Surmont, Esli Struys, Maurits Van Den Noort, Piet Van De Craen. The effects of CLIL on mathematical content learning: A longitudinal study. –Vrije Universiteit Brussel, 2016. – 331 r.
- 16 Jalpy orta bilim beru jüiesindegi köptildi bilim berudi damytudyń ädisnamalyq kamtamasyzdyğy: ädisnamalyq qural. – Y.Altynsarin atyndağy ŪBA, 2015. – 11–12 b.
- 17 Jetpisbaeva, B.A. Poliazыchnoe obrazovanie: teoria i metodologia.- Almaty: Bilim, 2000-343s.
- 18 Vydrova, J. Students' key competencies required for applicability in practice - students' point of view //Scientific Papers of the University of Pardubice. –2018, Vol.26, Iss.44. – P.245-256.
- 19 Tatarinceva, A. Lifelong learning of gifted and talented students. //Espacios.- 2018, Vol.39, Iss.2.–No.29
- 20 İbragimova, J.A., Jūmahmet, İ.J. Ūstildi meñgeru zaman talaby. //Qazaq memlekettik qyzdar pedagogikalyq universitetiniń Habarşysy.- 2017, №6 (72), B.28-31 21
- 21 İsabekova, G.B., Düisenova, N.T., Ahmetova, A. Germaniyanıń bilim beru jüiesindegi CLIL tehnologiasynyń qazırgı jağdaiyna salıstırmaly taldau. //Bulletin of assawi University.- 2019, №2, -B.71-80.

*Битемирова Алия¹, Түймебаева Гулимжан^{*2}, Шаграева Бибигуль³, Қылышбаева Гулнар⁴*

^{1,2,3}ЮКПУ имени О.Жанибекова Шымкент, Казахстан

⁴Центрально-Азиатский инновационный университет, Шымкент, Казахстан

*e-mail: tgulimzhan@bk.ru

ПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛИАЗЫЧНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ УЧИТЕЛЯ ХИМИИ

Аннотация. В статье рассматриваются эффективные способы формирования полиязычной компетенции учителя химии в условиях смешанного обучения. Основное внимание уделяется поиску и обоснованию методологических подходов, способствующих усвоению сложного, но интересного содержания химии не только на родном языке, но и на русском и английском языках. Цель исследования - разработать и предложить инновационные методы обучения, обеспечивающие интеграцию языков в процесс преподавания химии. В работе представлены и описаны такие методические приемы, как химический лабиринт, определи неизвестное вещество, игра химический словарь, метод зашифрованного предложения, а также стратегия скаффолдинга, являющаяся одним из основных компонентов подхода CLIL. Метод Химический лабиринт используется при работе с текстом и направлен на развитие навыков понимания и анализа содержания на нескольких языках. Стратегия скаффолдинга, основанная на концепции ближней зоны развития, предусматривает поэтапную поддержку обучающихся с целью достижения самостоятельности в выполнении учебных задач, что способствует развитию их знаний, умений и познавательных навыков. Эффективность метода зашифрованного предложения проявляется в том, что обучающиеся имеют осмысленный подход к построению слов, уделяя особое внимание значению каждого слова, что способствует лучшему пониманию и запоминанию словарного запаса. В статье также представлены практические рекомендации по использованию этих методов на различных этапах урока химии при интеграции английского языка, что позволяет повысить уровень формирования и качество обучения многоязычной компетентности учащихся.

Ключевые слова: многоязычное обучение химии, химический лабиринт, игра в химический словарь, скаффолдинг, мозговой штурм

Alija Bitemirova ¹, Gulimzhan Tuymebayeva*², Bibigul Shagrayeva, Gulnar Kylyshbayeva⁴

^{1,2,3}O. Zhanibekov South Kazakhstan Pedagogical University, Shymkent, Kazakhstan

⁴Central Asian innovative university, Shymkent, Kazakhstan

*e-mail: tgulimzhan@bk.ru

WAYS OF FORMING A MULTILINGUAL COMPETENCE OF A CHEMISTRY TEACHER

Abstract. The article discusses effective ways to form multilingual competence of a chemistry teacher in conditions of mixed learning. The emphasis is on the search and justification of methodological approaches that contribute to the assimilation of the complex but interesting content of chemistry not only in the native language, but also in Russian and English. The purpose of the study is to develop and propose innovative teaching methods that ensure the integration of languages into the process of teaching chemistry. The work presents and describes such methodological methods as chemical labyrinth, identify an unknown substance, the game chemical dictionary, the encrypted sentence method, as well as the scaffolding strategy, which is one of the main components of the CLIL approach. The chemical labyrinth method is used when working with text and is aimed at developing skills in understanding and analyzing content in several languages. The scaffolding strategy, based on the concept of the near Development Zone, provides for phased support of students in order to achieve independence in the performance of educational tasks, which contributes to the development of their knowledge, skills and cognitive skills. The effectiveness of the encrypted sentence method is manifested in the fact that students take a meaningful approach to the construction of words, focusing on the meaning of each word, which contributes to a better understanding and memorization of the vocabulary. The article also provides practical recommendations on the use of these methods at different stages of the chemistry lesson in the integration of English, which will increase the level of formation of multilingual competence of students and the quality of teaching.

Keywords: multilingual Chemistry learning, chemical maze, chemical word game, scaffolding, brainstorming

Келін түсті 29 Сәуір 2026

FTAMP 29.01.11; 29.19.31; 29.31.29; 14.25.09

DOI: <https://doi.org/10.47344/rx4xx408>Жанар Мұқаш¹, Гулжайнар Мәден², Дина Бакранова^{3*}^{1,2,3} SDU University, Қаскелең, Қазақстан*e-mail: dina.bakranova@sdu.edu.kz

ФОТОРЕЗИСТОРДЫҢ ЖАРЫҚ ҚАРҚЫНДЫЛЫҒЫНА ТӘУЕЛДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ НЕГІЗІНДЕ STEM-БАҒЫТТАЛҒАН ОҚЫТУ МОДЕЛІН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Сенсорлық технологияларды STEM білім беру үдерісінде енгізу фотоөткізгіштік құбылысын зерттеуге арналған қарапайым әрі қолжетімді тәжірибелік модельдерді қажет етеді. Фотоөткізгіштік- фоторезисторлардың жұмыс істеуінің негізгі принципі болып табылады. Зерттеудің мақсаты- фоторезистордың электрлік кедергісінің жарық қарқындылығына тәуелділігін зерттеу және осы нәтижелер негізінде STEM-бағдарланған оқыту моделін әзірлеу. Жұмыста жарыққа тәуелді резистор (LDR), реле модулі және жарықдиодты шамды қамтитын автоматты жарықтандыру жүйесінің тәжірибелік моделі құрастырылды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, жарық қарқындылығы артқан сайын фоторезистордың кедергісі азаяды, ал ток күші артып, реле іске қосылады. Бұл нәтижелер фотоөткізгіштік теориясымен сәйкес келеді. Тәжірибелік нәтижелер негізінде физикалық ұғымдарды, қарапайым инженерлік жобалауды және деректерді талдауды біріктіретін STEM оқыту моделі ұсынылды. Зерттеудің ғылыми жаңалығы- тәжірибелік зерттеуді STEM оқыту әдістерімен ұштастыруында. Ұсынылған модель оқушылардың зерттеушілік және инженерлік дағдыларындамытуға арналған қолжетімді құрал ретінде қолданылуы мүмкін.

Түйін сөздер: фоторезистор, фотоөткізгіштік, жарық қарқындылығы, сенсорлық технология, STEM білім беру

Кіріспе

Сенсор – өлшенген деректерді анықтап, оны белгілі бір ережелерге сәйкес электрлік сигналдарға немесе басқа қажетті ақпарат шығыс түрлеріне түрлендіре алатын, деректерді беру, өңдеу, сақтау және көрсету, сондай-ақ жазу және басқару талаптарына сай келетін анықтау құрылғысы (Subramanian & David, 2021). Сенсорлар көбінесе жұмыс принципіне, кіріс деректеріне және қолдану аясына қарай жіктеледі. Оларды әртүрлі жұмыс принциптеріне сәйкес үш түрге бөлуге болады: физикалық түрі, химиялық түрі және биологиялық түрі (Tanaka, 2024). Сенсордық жіктелуі 1-суретте сипатталған.

1 сурет

Сенсорлардың жіктелуі



Физикалық сенсорлар - температура, қысым немесе қозғалыс сияқты физикалық ортадағы өзгерістерді өлшенетін электр сигналдарына түрлендіретін құрылғылар (Tanaka, 2024).

Химиялық сенсорлар химиялық құрам мен концентрация сияқты химиялық шамаларды электр сигналдарына түрлендіретін сезімтал элементтерден тұрады (Compagnone, 2017).

Биосенсорлар - организмдердегі химиялық компоненттерді анықтау және анықтау үшін әртүрлі организмдердің немесе биологиялық заттардың сипаттамаларын пайдаланып жасалған сенсорлар (Naresh & Lee, 2021).

2-суретте физикалық сенсорлардың жіктелуі көрсетілген және фоторезистор оптикалық сенсордың бір түрі ретінде қарастырылады.

2-сурет

Өлшенген физикалық шамаларға негізделген физикалық сенсорлардың жіктелуі



Физикалық сенсорлардың қолданылуы жарық ағынының өзгерістерін электрлік сигналға тиімді түрлендіру қабілетінен туындайды, бұл оны әртүрлі физикалық процестерді өлшеу, бақылау және автоматтандыру үшін пайдалы етеді.

Материалдар мен әдістер

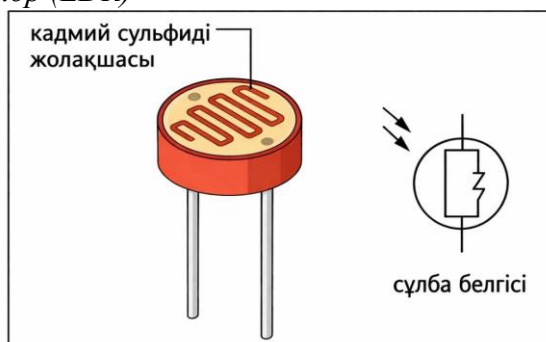
Фоторезистордың қолданылуы мен анықтамасы

Фоторезистор фотоөткізгіштік принципі бойынша жұмыс істейтін арнайы резистор түрі, кедергілік жарықтың қарқындылығына байланысты өзгереді және жарықтың қарқындылығы артқан сайын оның кедергісі төмендейді (Annas et al., 2022).

Фотрезистордің мақсаты жарық сенсоры жарық өлшегіш, автоматты көше шамы ретінде және жарыққа сезімталдық қажет аймақтарда қолданылады. LDR жарық сенсоры деп аталады. LDR әдетте 5 мм, 8 мм, 12 мм және 25 мм өлшемдерде қолжетімді. Жарыққа тәуелді резисторлар фотосезімтал жартылай өткізгіш материалдардан, мысалы кадмий сульфидтері (CdS), қорғасын сульфиді (PbS), қорғасын селениді (PbSe), индий антимониді (InSb) немесе кадмий селенидінен (CdSe) жасалады (Pan & Zhu, 2015).

3 сурет

Жарыққа тәуелді резистор (LDR)



Жарыққа тәуелді резистордың құрылымы 3-суретте сипатталған және зиг-заг пішінінің екі ұшына екі металл контакт орналастырылған, бұл металл контактілер LDR- лармен байланыс орнатуға көмектеседі. Сонымен қатар, үстіне мөлдір жабын жабылып, зиг-заг тәрізді

фотосезімтал материал қорғалады. Жабынның мөлдірлігіне байланысты LDR сыртқы ортадан түсетін жарықты қабылдағыш қасиетке ие.

LDR жұмыс істеу принципі

Фоторезистор фотоөткізгіштік принципі негізінде жұмыс істейді. Жарық фотосезімтал жартылай өткізгіш материалға түскен кезде оның фотондары материал тарапынан жұтылады (4-сурет). Егер фотон энергиясы жеткілікті болса, валенттік аймақтағы электрондар қозып, өткізгіштік аймаққа өтеді. Еркін заряд тасымалдаушылар саны артады, нәтижесінде материалдың электр өткізгіштігі өседі (Siddiqov, 2022).

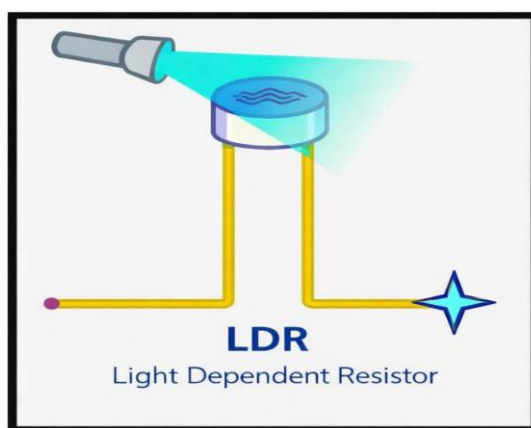
Фотон энергиясы келесі шартты қанағаттандыруы тиіс:

$$E_{\text{photon}} \geq E_g$$

мұндағы: E_g – тыйым салынған аймақ ені (валенттік және өткізгіштік аймақтар арасындағы энергия айырмасы) (Piwowarski, 2020).

4 сурет

Фоторезистордың (LDR) жұмыс істеу принципі



Фотоөткізгіштіктің физикалық түсіндірмесі

Жарық түскен кезде жартылай өткізгіште электрон-кемтік жұптары түзіледі. Электрондар өткізгіштік аймаққа өткен соң еркін қозғалып, электр тогын тасымалдай алады. Бұл процесс спонтанды емес және фотон энергиясы тыйым салынған аймақ энергиясынан кем болмауы қажет. Жарық қарқындылығы артқан сайын электрон - кемтік жұптарының концентрациясы көбейеді, сондықтан өткізгіштік артып, кедергі төмендейді (Roman-Raya et al., 2020).

Электрондық өтпелі және тыйым салынған аймақ

Электрондар электр өткізгіштігіне үлес қосу үшін өткізгіштік аймаққа өтуі керек. Өткізгіштік аймақта электрондар еркін қозғалып, электр тогын тасымалдай алады. Бұл ауысу фотон энергиясы тыйым салынған аймақ еніне тең немесе одан үлкен болған жағдайда жүзеге асады. Тыйым салынған аймақ — валенттік және өткізгіштік аймақтар арасындағы энергия айырмасы (Spagnolo, 2019).

Заряд тасымалдаушылар және өткізгіштік:

Жеткілікті жарыққа ұшырағанда, фотондардың энергиясы фотосезімтал материалдағы ковалентті байланыстарды үзіп, электрондар мен тесіктерді (оң заряд тасымалдаушы ретінде әрекет ететін электронның болмауы) босатады. Бұл босатылған электрондар мен тесіктер валенттік аралығынан өткізгіш аймаққа секіруге жеткілікті энергия жинайды.

Бұл заряд тасымалдаушылардың саны артқан сайын материалдың жалпы кедергісі азайып, өткізгіштігі артады. Заряд тасымалдаушылардың саны кедергіні азайту үшін шешуші рөл атқарады, оны келесі өрнек арқылы анықтауға болады:

$$\sigma = e(n\mu_n + p\mu_p)$$

Мұндағы:

σ — электр өткізгіштік (См/м)

e — элементар заряд

n — электрондардың концентрациясы (м^{-3})

p — кемтіктердің (holes) концентрациясы

μ_n — электрондардың қозғалғыштығы (м^{-3})

μ_p — кемтіктердің қозғалғыштығы

Ал кедергімен/ меншікті кедергімен байланысы

$$\rho = \frac{l}{\sigma}$$

LDR (фоторезистор) үшін байланыстырып жазсақ: жарық түскенде n және p артады $\rightarrow \sigma$ өседі $\rightarrow \rho$ және R азаяды (San et al., 2020).

Жарықтың қарқындылығы мен кедергі арасындағы байланыс

LDR-дегі жарық қарқындылығы мен кедергілік арасындағы байланыс кері пропорционалды. Қараңғы жағдайда LDR жоғары қарсылық көрсетеді, көбінесе мегаомдар аралығында, себебі тегін заряд тасымалдаушылардың аздығы бар. Дегенмен, жарық қарқындылығы артқан сайын, өткізгіштік аймаққа көбірек электрондар қозылып, кедергілік айтарлықтай төмендейді (5-сурет). Бұл ерекшелік LDR-ларды тиімді жарық сенсорлары ретінде жұмыс істеуге, қоршаған ортадағы жарық деңгейіне қарай кедергісін реттеуге мүмкіндік береді (Ambrosio et al., 2022). Жарық қарқындылығы мен кедергі арасындағы байланыс әдетте келесідей сипатталады:

$$R = AI^{-a}$$

Мұндағы:

R - фоторезистордың кедергісі (Ω);

I - жарықтандыру деңгейі (lux);

A - тұрақты коэффициент

a -материалға тәуелді көрсеткіш, $a > 0$.

LDR сенсорларының жалпы қолданылуы

LDR сенсорлары жарыққа сезімтал және әмбебап табиғаты арқасында әртүрлі салаларда кең қолданылады. Осы ерекше құрылғылардың ең жиі қолданылатын жерлерін қарастырайық.

Автоматты жарықтандыру жүйелері

LDR сенсорларының ең кең таралған қолданылуларының бірі - автоматты жарықтандыру жүйелерінде. Бұл жүйелер LDR схемаларын пайдаланып, қоршаған жарық деңгейін анықтап, жарықты сәйкес реттейді. Мысалы, LDR сенсорлары бар көше шамдары қараңғылық түскенде автоматты түрде қосылып, таң атқанда өшеді. Бұл тек ыңғайлылықты арттырып қана қоймай, энергияны үнемдеуге де үлес қосады.

Тұрғын және коммерциялық ортада LDR сенсорлары энергияны үнемдейтін жарық шешімдерін жасауда маңызды рөл атқарады. Олар табиғи жарық мөлшеріне байланысты ішкі шамдарды автоматты түрде күнгірттіруге немесе жарықтандыруға көмектеседі, қажетсіз энергия тұтынуды азайтады (Koteswaramma et al., 2022).

Қауіпсіздік құрылғылары

LDR сенсорлары қауіпсіздік жүйелеріне әсер етіп, оларды тиімді әрі сенімді етеді. Олар жиі ұры дабылдары мен түтін детекторларында қолданылады. Ұрлыққа қарсы дабыл

жүйелерінде LDR сенсорлары жарық деңгейінің кенет өзгеруін анықтай алады, бұл бөгде адамның бар екенін көрсетуі мүмкін. Бұл дабылды іске қосып, үйлер мен кәсіпорындардың қауіпсіздігін арттырады.

Түтін детекторлары түтін бөлшектерінен туындайтын жарықтың өзгерістерін анықтау үшін LDR сенсорларын пайдаланады. Түтін сенсорға жарықтың жетуіне кедергі болса, дабыл іске қосылады және өрт болған жағдайда ерте ескерту береді (Mistri et al., 2017).

Камера жарық өлшегіштері

Фотография әлемінде LDR сенсорлары экспозицияны басқаруды түбегейлі өзгертті. Камера жарық өлшегіштері осы сенсорларды көріністегі жарық мөлшерін өлшеу үшін пайдаланады, бұл фотографтарға мінсіз экспозицияға қол жеткізуге көмектеседі. LDR жұмыс принципі әртүрлі толқын ұзындықтарында дәл жарықты өлшеуге мүмкіндік береді, әртүрлі жарық жағдайларында кескін сапасын оңтайлы қамтамасыз етеді.

Көптеген заманауи камералар анықталған жарық деңгейіне қарай диафрагма мен ысырма жылдамдығы сияқты баптауларды автоматты түрде реттейтін күрделі LDR схемаларын қолданады. Бұл автоматтандыру фотографияны жаңадан бастаушыларға қолжетімді етіп, кәсіби мамандарға жетілдірілген құралдар ұсынды.

Қоршаған ортаны бақылау

LDR сенсорлары қоршаған ортаны бақылау саласында өте құнды болып табылады. Олар жарық деңгейінің уақыт өте келе өзгеруін бақылау үшін қолданылады, бұл әртүрлі ғылыми зерттеулер мен ауыл шаруашылығы салаларында маңызды болуы мүмкін. Мысалы, жылыжай басқаруында LDR сенсорлары жарықтың әсерін бақылауға және өсімдіктердің өсуін оңтайлы түрде бақылауға көмектеседі.

Бұл сенсорлар ауа райы станцияларында да рөл атқарады, күн сәулеленуін және күндізгі жарықтың ұзақтығын өлшеуге көмектеседі. Мұндай деректер климаттық зерттеулер мен жаңартылатын энергия қолданбалары үшін, әсіресе күн панельдерінің тиімділігін оңтайландыру үшін өте маңызды.

LDR сенсорларының әртүрлі толқын ұзындықтарына сезімталдығы оларды арнайы қоршаған ортаны бақылау тапсырмаларында өте пайдалы етеді. Мысалы, кейбір LDR сенсорлары инфрақызыл сәулеленуге көбірек жауап беруге арналған, бұл белгілі бір қоршаған ортаны бақылауға мүмкіндік береді (Birinza et al., 2005).

Зерттеу әдістемесі

Тәжірибелік модель және оны білім беру үдерісінде қолдану

Зерттеу барысында LDR негізінде автоматты жарықтандыру жүйесінің тәжірибелік моделі құрастырылды (6-сурет). 5-суретте модель құрамына жарыққа тәуелді резистор (LDR), реле модулі, жарықдиодты шам (LED), қорек көзі және тірек конструкциясы кіреді.

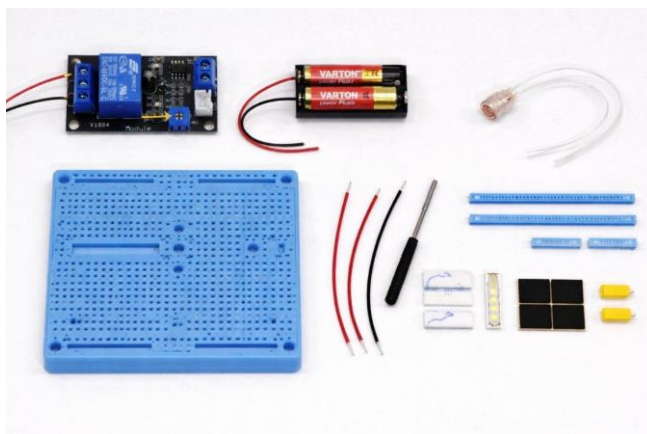
Зерттеуде CdS негізіндегі жарыққа тәуелді резистордан (LDR), LM393 компараторы бар релелік модульден, жарықдиодты шамнан (LED), қорек көзінен және тірек конструкциясынан тұратын тәжірибелік модель құрастырылды.

Тәжірибеде CdS негізіндегі GL5528 типті жарыққа тәуелді резистор (LDR) қолданылды. Қорек көзі ретінде 5В тұрақты кернеу пайдаланылып, жарық көзі ретінде қуаты 5 Вт ақ жарықдиодты шам қолданылды. Сенсор мен жарық көзі араарсындағы қашықтық 5, 20, 30 см аралығында өзгертілді. Әрбір өлшеу бірнеше рет қайталанып, орташа мән есептелінді. Қоршаған орта температура 22 ± 1 °C деңгейінде сақталды.

Модель қоршаған орта жарықтылығы өзгерген кезде жарықтандыруды автоматты басқару принципін көрсету мақсатында пайдаланылды.

5 сурет

Фоторезистор сенсоры моделінің құрамдас бөліктері



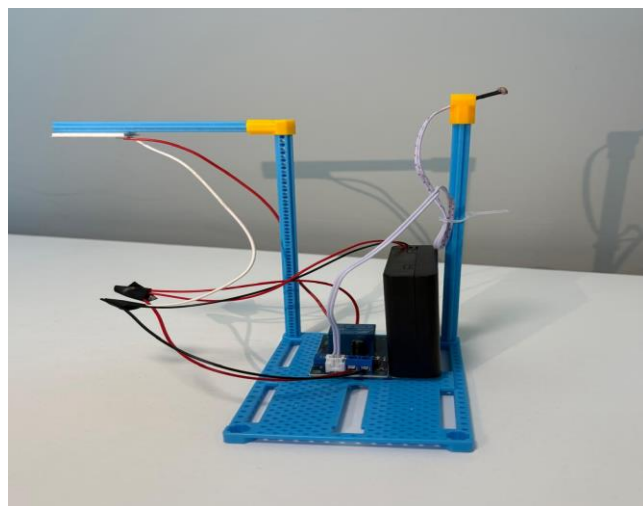
Модельдің жұмыс істеу принципі фотоөткізгіштік құбылысына негізделген. Жарық фотондары жартылай өткізгіш материалға түскен кезде, егер фотон энергиясы тыйым салынған аймақ енінен үлкен немесе тең болса (E_{photon}, E_g), валенттік аймақтағы электрондар өткізгіштік аймаққа өтеді. Нәтижесінде еркін заряд тасымалдаушылар саны артып, өткізгіштік өседі, ал кедергі төмендейді.

Жарық қарқындылығы артқанда кері процесс байқалды. Бұл жарық қарқындылығы мен кедергі арасындағы кері пропорционал байланысты тәжірибелік түрде дәлелдейді.

Тәжірибе барысында жарық деңгейі өзгерген кезде LDR сенсорының күйі бақыланды. Жарық қарқындылығы төмендеген жағдайда фоторезистордың кедергісі артып, реле іске қосылып, жарықдиодты шам жанды. Ал жарық қарқындылығы артқанда фоторезистордың кедергісі азайып, реле ажыратылып, шам сөнді. Бұл құбылыс жарық қарқындылығы мен кедергі арасындағы кері тәуелділікті сапалық түрде көрсетті.

6 сурет

LDR негізіндегі автоматты жарықтандырудың тәжірибелік моделі



Тәжірибе барысында жарық жағдайлары төрт деңгейге бөлінді: қараңғы орта, әлсіз жарық, орташа жарық және күшті жарық. Жарық деңгейінің өзгеруі фоторезистордың кедергісіне және реленің жұмыс режиміне әсері арқылы бағаланды. Әрбір бақылау үш рет қайталанып, нәтижелердің қайталанғыштығы тексерілді.

1- кестеде CdS негізіндегі LDR сенсорының техникалық сипаттамалары бойынша анықтамалық кедергі диапазондары көрсетілген. Кесте жарық қарқындылығы артқан сайын фоторезистор кедергісінің азаю тенденциясын көрсету мақсатында берілген.

1 кесте

CdS негізіндегі LDR сенсорының техникалық сипаттамалары бойынша анықтамалық кедергі диапазондары

Жарық қарқындылығы, лк	Кедергі, Ом
0	>1 МОм
10	10-50 кОм
100	2-10 кОм
500	1-5 кОм
1000	0.5-2 кОм

Нәтижелер мен талдау

Тәжірибелік модельдің жұмысын талдау кезінде зерттеу шектеулері мен ықтимал қателік көздері де ескерілді. Негізгі қателік факторларына қоршаған орта жарығының тұрақсыздығы, жарық көзінің сенсорға қатысты орналасуының өзгеруі, фоторезистор сезімталдығының ауытқуы және сыртқы жарық көздерінің әсері жатады. Әрбір бақылау үш рет қайталанып, нәтижелердің қайталанғыштығы тексерілді. аталған факторлар нәтижелердің дәлдігіне әсер етуі мүмкін болғанымен, жарық қарқындылығы мен фоторезистор кедергісі арасындағы жалпы тәуелділікті өзгертпейді.

Тәжірибе нәтижелері жарық қарқындылығы артқан сайын LDR кедергісінің азаятындығын көрсетті (7- сурет). Бұл тәуелділік жуық түрде келесі өрнекпен сипатталады:

$$R = AI^{-a}$$

Мұндағы:

R - фоторезистордың кедергісі (Ω);

I - жарықтандыру деңгейі (lux);

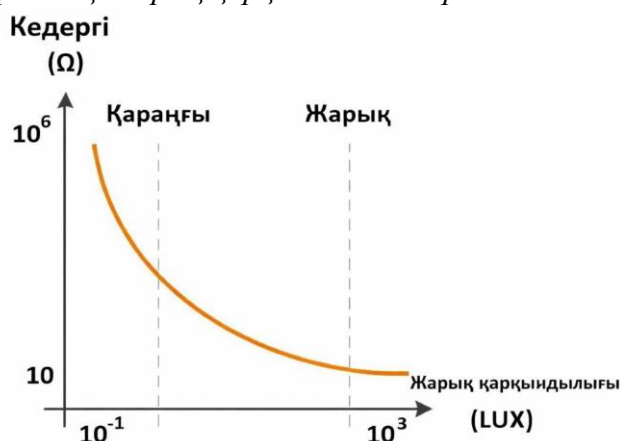
A - тұрақты коэффициент

a -материалға тәуелді көрсеткіш, $a > 0$.

Алынған нәтижелер теориялық модельмен сәйкес келеді және фотоөткізгіштік механизмін түсіндіруге мүмкіндік береді.

7 сурет

Фоторезистордың кедергісінің жарық қарқындылығы арасындағы тәуелділік



7- суреттен көрініп тұрғандай, жарық қарқындылығының артуы фоторезистор кедергісінің төмендеуіне әкеледі. Бұл фотоөткізгіштік құбылысымен түсіндіріледі: жарық фотондары жартылай өткізгіште қосымша заряд тасымалдаушыларын тудырады, нәтижесінде электрөткізгіштік артады, ал кедергі азаяды. Алынған тәуелділік автоматты жарықтандыру жүйелерінде LDR сенсорларын қолданудың физикалық негізін көрсетеді.

Оқушылардың тәжірибелік жұмысты орындау алгоритмі: Тәжірибелік жұмыс барысында оқушылар фоторезистор негізіндегі модельді пайдаланып, жарық қарқындылығының кедергі мен ток күшіне әсерін зерттейді.

Тәжірибені орындау қадамдары:

1. Модельді дайындау.

Оқушылар дайын құрастырылған модельді (6- сурет) пайдаланады. Құрылғының дұрыс жалғанғанына көз жеткізеді.

2. Қараңғы жағдайды бақылау.

Фоторезистордың беті жабылып немесе қараңғы орта жасалады. Оқушылар шамның жануын бақылайды және осы жағдайдағы шамамен кедергі мен ток күші мәндерін 1-кестеге сәйкес белгілейді.

3. Әлсіз жарық жағдайы.

Фоторезисторға әлсіз жарық (мысалы, бөлме жарығы) түсіріледі. Шамның жұмыс режимі бақыланып, кедергі мен ток күшінің өзгерісі тіркеледі.

4. Орташа жарық жағдайы.

Фоторезисторға күштірек жарық түсіріледі. Оқушылар шамның жану деңгейін, ток күшінің артуын және кедергінің азаюын бақылайды.

5. Күшті жарық жағдайы.

Фоторезисторға тікелей жарық (фонарь немесе күн сәулесі) түсіріледі. Бұл кезде шамның тұрақты жануы және ток күшінің максимал мәнге жетуі бақыланады.

Нәтижелерді талдау

Оқушылар алынған нәтижелерді 1-кестемен салыстырып, жарық қарқындылығы артқан сайын кедергінің азайып, ток күшінің артатыны туралы қорытынды жасайды.

LDR сенсорын физиканы оқытуға интеграциялаудың концептуалдық STEM-моделі

1. Модельдің жалпы идеясы

Ұсынылып отырған модель фоторезисторды (Light Dependet Resistor - LDR) нақты сенсорлық құрылғы ретінде пайдалану арқылы фотоөткізгіштік құбылысын және жартылай өткізгіштердің қасиеттерін оқытуға негізделген STEM- бағытталған оқыту моделі болып табылады. Бұл модель STEM білім берудің төрт негізгі компонентін біріктіреді:

Science (ғылым) - фотоөткізгіштің физикалық негіздерін зерттеу.

Technology (технология) - сенсорлық құрылғыларды және жарықты өлшеу технологияларын қолдану.

Engineering (инженерия) - сенсорлық электрондық жүйені жобалау және құрастыру.

Mathematics (математика) - тәжірибелік деректерді талдау және интерпретациялау.

Модельдің негізгі мақсаты - физикадағы абстрактілі теориялық ұғымдарды оқушылар шешетін практикалық инженерлік мәселеге айналдыру.

2. STEM моделінің құрылымы

Ұсынылған STEM- модель оқытудың бірізді 4 кезеңінен тұрады. Әр кезең оқушылардың білімін біртіндеп дамытып, теориялық түсініктен практикалық қолдануға дейін жеткізеді. Модельде ғылыми түсіну, технологиялық іске асыру, инженерлік жобалау және математикалық талдау кезеңдері өзара байланысты түрде ұйымдастырылады.

1- кезең: Ғылыми түсіну (Science)

Бұл кезеңде оқушылар фоторезистордың жұмыс істеуінің физикалық негіздерін зерттейді. Негізгі ұғымдар: жартылай өткізгіштердің тыйым салынған аймағы (band gap), фотон энергиясы, электрон - тесік жұптарының генерациясы, фотоөткізгіштік (photoconductivity). Бұл кезеңнің негізгі мақсаты- жартылай өткізгіштің электрөткізгіштігінің жарық қарқындылығына тәуелділігі туралы концептуалдық түсінік қалыптастыру.

2-кезең: Технологиялық іске асыру (Technology)

Бұл кезеңде оқушылар сенсорлық технологиямен танысады және фоторезистордың нақты құрылымында қалай қолданылатынын зерттейді. Қарастырылатын негізі ұғымдар: LDR құрылымы, жартылай электрлік сигналға т.рлендіру принципі, сенсорлық жүйенің электрлік схемасы. Оқушылар: LDR, резистор, қорек көзі, LED-тен тұратын қарапайым электр тізбегін құрастырады. Бұл тәжірибе арқылы оқушылар физикалық құбылыстың нақты сенсорлық құрылымында қалай жүзеге асатынын көре алады.

3- кезең: Инженерлік жобалау (Engineering)

Бұл кезеңде оқушылар инженерлік мәселені шешу арқылы алған білімдерін тәжірибеде қолданады. Оқушыларға автоматты жарықтандыру жүйесін жобалау ұсынылады: Жобаның мақсаты жарық деңгейіне байланысты жұмыс істейтін құрылғы жасау. Олар: жарық азайғанда шам автоматты түрде қосылады, жарық көбейгенде шам автоматты түрде өшеді. Ол үшін оқушылар LDR сенсорын пайдаланып электр тізбегін жинайды, жұмыс істеу шегін реттейді, жүйені әртүрлі жарық деңгейінде тестілейді. Осы кезеңде оқушылардың инженерлік ойлауы, жүйелік жобалау дағдылары, электрондық құрылғыларды құрастыру қабілеті дамиды.

4- кезең: Математикалық талдау (Mathematics)

Соңғы кезеңде оқушылар тәжірибе барысында алынған деректергеталдау жасайды.

Келесі: жарықтану деңгейін, LDR фоторезисторының кедергісін өлшейді және алынған мәндер бойынша тәуелділік графигін тұрғызады.

Негізгі тәуелділік:

$$R = f(I)$$

мұнда:

R – фоторезистордың кедергісі

I – жарықтану деңгейі

Кейін тәжірибелік деректерге аппроксимация жасалады.

$$R = AI^{-\alpha}$$

Бұл кезеңде оқушыларда келесі дағдылар қалыптасады: тәжірибелік деректерді өңдеу, графиктер құру, физикалық процестерді математикалық модельдеу. Модельдің білім беру нәтижелері бірнеше түрлі құзіреттердің қалыптасуына мүмкіндік береді.

Ғылыми дағдылар ретінде фотоөткізгіштік құбылысын түсіну, жартылай өткізгіштердің зоналық құрлымын түсіну, физикалық теория мен тәжірибе арасындағы байланысты түсіну.

Инженерлік дағдылар ретінде электрондық схеманы құрастыру, сенсорлық жүйені жобалау, құрылғының жұмысын тестілеу.

Математикалық дағдылар ретінде тәжірибелік деректерді өңдеу, тәуелділік гарфигін құру, нәтижелерді интерпретациялау.

STEM- жалпы бағыты бойынша зерттеуші ретінде ойлау, пәнаралық талдау, практикалық мәселелерді шешу дағдылары. Сондықтан, ұсынылған модель оқушылардың ғылыми білімін, инженерлік дағдыларын және математикалық талдау қабілеттерін кешенді түрде дамытуға бағытталған.

Модельдің педагогикалық маңызы

Ұсынылған модель мектептегі физика курсының теориялық бөлімдерін өзара байланыстыруға мүмкіндік береді. Атап айтқанда:кванттық физика, жартылай өткізгіштер физикасы, электр тізбектері. Бұл теориялық тақырыптар сенсорлық технологиялардың практикалық инженерлік қолдануларымен біріктіріледі. Нақты сенсорлық құрылғыны (LDR) қолдану физикалық құбылыстарды оқытуды көрнекі әрі түсінікті етеді, сондай-ақ оқушылардың: зерттеу дағдыларын, жобалау қабілеттерін, тәжірибелік жұмыс жасау дағдыларын дамытуға ықпал етеді.

Жалпылай алғанда, LDR негізіндегі этәжірибелік модель физиканы STEM- бағытында оқытуға арналған тиімді құрал ретінде қарастырылуы мүмкін.

Қорытынды

Бұл зерттеуде жарыққа тәуелді резистордың (LDR) физикалық негіздері мен жұмыс істеу принципі қарастырылды. Фотоөткізгіштік құбылысы фотон энергиясының тыйым салынған аймақ енінен үлкен немесе тең болуы шартымен (E_{photon}, E_g) түсіндірілді. Жарық қарқындылығы артқан сайын жартылай өткізгіштің өткізгіштігі өсіп, кедергісі азаятындығы теориялық және тәжірибелік түрде негізделді.

Жарық қарқындылығы мен кедергі арасындағы тәуелділік $R = AI^{-a}$ өрнегі арқылы сипатталып, бұл заңдылық тәжірибелік модель арқылы көрсетілді. Қарастырылған модель LDR сенсорының жұмысын көрнекі түрде түсіндіруге және оны орта білім оқышыларына физика курсына “Жартылай өткізгіштер” және “Кванттық физика” бөлімдерінде қолдануға мүмкіндік береді.

Алынған нәтижелер фоторезистордың фотоөткізгіштік механизмімен толық сәйкес келеді. Жарық қарқындылығы артқан сайын фотондар саны көбейеді, жартылай өткізгіш материалда электронөкемтік жұптарының генерациясы артады. Соның әсерінен нәтижесінде еркін заряд тасымалдаушылар концентрациясы жоғарылайды, электрөткізгіштік өседі. Бұл құбылыс LDR сенсорларын автоматты жарықтандыру, қауіпсіздік жүйелері және жарық мониторингі құрылғандарында кеңінен қолдануға мүмкіндік береді.

Ұсынылған модель фотоөткізгіштік құбылысын түсіндірумен қатар, оқушылардық зерттеушілік, инженерлік және деректерді талдау дағдыларын дамытуға мүмкіндік береді. Сондықтан бұл модельді STEM бағытталған физика сабақтарында қолдану тиімді деп есептелінеді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- Annas, M.A., Widodo, A., Aisiyah, M. C., Ningrum, I. E., & Makrufah, D. (2022). Karakterisasi sensor cahaya light dependent resistor (LDR). *MASALIQ: Jurnal Pendidikan dan Sains*, 2(4), 612-622. <https://ejournal.yasin-alsys.org/index.php/masaliq>
- Ambrosio, B. J. C., Simon, N. Z., & Hermosa, N. P. (2022). Characterizing a light dependent resistor (LDR) response to a laser diode using Malus' law. *Proceedings of the Samahang Pisika ng Pilipinas Physics Conference*. [Characterizing-a-light-dependent-resistor-LDR-response-to-a-laser-diode-using-Malus-Law.pdf](#)
- Brinza, M., Willekens, J., Benkhedir, M. L., & Emelianova, E. V. (2005). Photoconductivity methods in materials reserch. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 16(11), 703-713. https://doi.org/10.1007/s10854-005-49727?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle
- Compagnone, D. (2017). Chemical sensors and biosensors in Italy: A review of the last decade. *Sensors*, 17(6). <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5424745/>
- Koteswaramma, N., Navya, A., Singh, P., Rajeshwari, T., & Mounika, B. (2022). Automatic street light controlling Arduino system using LDR. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*. https://www.researchgate.net/publication/363335279_AUTOMATIC_STREET_LIGHT_CONTROLLING_ARDUINO_SYSTEM_USING_LDR
- Mistri, R., Singh, K., Gautam, S., Kumar, N., & Soreng, H. (2017). Electronic eye controlled security system using LDR. *International Journal of Scientific and Applied Research and Technology*. (PDF) [LDR арқылы электронды көзбен басқарылатын қауіпсіздік жүйесі](#)
- Naresh, V., & Lee, N. (2021). A review on biosensors and recent development of nanostructured materials-enabled biosensors. *Sensors*, 21(4), 1109. <https://doi.org/10.3390/s21041109>
- Pan A., Zhu X. (2015). Optoelectronic properties of semiconductor nanowires. In *Semiconductor Nanowires: Materials, Synthesis, Characterization and Application*. (pp.327-363). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-253-2.00012-8>
- Piwowski, K. (2020). Comparison of photoconductive semiconductor switch parameters with

selected switch devices in power systems. *Opto-Electronics Review*, 28(1), 74-81.

<https://doi.org/10.24425/opelre.2020.132502>

Román-Raya, J., Ruiz-García, I., Escobedo, P., Palma, A. J., Guirado, D., & Carvajal, M. A. (2020). Light-dependent resistors as dosimetric sensors in radiotherapy. *Sensors*, 20(6), 1568.

<https://doi.org/10.3390/s20061568>

San, M., Mar, K. T., & Win, C. K. (2020). Automatic light control system using Arduino UNO and LDR sensor. *International Journal of Scientific Reserch and Engineering Development*, 3(2), 806-809. [Automatic Light Control System Using Arduino UNO and LDR Sensor](#)

Sidiqov, B. M. (2022). Light dependent resistor and its applications. *Zenodo*.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6913430>

Spagnolo, G. S. (2019). A simple tool to demonstrate photoelectric effect. *Crystals*, 9(10), 531.

<https://doi.org/10.3390/cryst9100531>

Subramanian, P., & Alwin David, S. (2021)7 Sensors – An overview. *international Conference on Multidisciplinary Research and innovative Practices, J. S. University*. [Sensors-An-Overview.pdf](#)

Tanaka, Y. (2024). Recent advancements in physical and chemical MEMS sensors. *Analyst*, 149(13), 3498-3512. <https://DOI,10.1039/d4an00182f>

References

Annas, M.A., Widodo, A., Aisiyah, M. C., Ningrum, I. E., & Makrufah, D. (2022). Karakterisasi sensor cahaya light dependent resistor (LDR). *MASALIQ: Jurnal Pendidikan dan Sains*, 2(4), 612-622. <https://ejournal.yasin-alsys.org/index.php/masaliq>

Ambrosio, B. J. C., Simon, N. Z., & Hermosa, N. P. (2022). Characterizing a light dependent resistor (LDR) response to a laser diode using Malus' law. *Proceedings of the Samahang Pisika ng Pilipinas Physics Conference*. [Characterizing-a-light-dependent-resistor-LDR-response-to-a-laser-diode-using-Malus-Law.pdf](#)

Brinza, M., Willekens, J., Benkhedir, M. L., & Emelianova, E. V. (2005). Photoconductivity methods in materials reserch. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 16(11), 703-713.

[https://doi.org/10.1007/s10854-005-](https://doi.org/10.1007/s10854-005-49727?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle)

[49727?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle](https://doi.org/10.1007/s10854-005-49727?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle)

Compagnone, D. (2017). Chemical sensors and biosensors in Italy: A review of the last decade. *Sensors*, 17(6). <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5424745/>

Koteswaramma, N., Navya, A., Singh, P., Rajeshwari, T., & Mounika, B. (2022). Automatic street light controlling Arduino system using LDR. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*. https://www.researchgate.net/publication/363335279_AUTOMATIC_STREET_LIGHT_CONTROLLING_ARDUINO_SYSTEM_USING_LDR

Mistri, R., Singh, K., Gautam, S., Kumar, N., & Soreng, H. (2017). Electronic eye controlled security system using LDR. *International Journal of Scientific and Applied Research and Technology*. [\(PDF\) LDR арқылы электронды көзбен басқарылатын қауіпсіздік жүйесі](#)

Naresh, V., & Lee, N. (2021). A review on biosensors and recent development of nanostructured materials-enabled biosensors. *Sensors*, 21(4), 1109. <https://doi.org/10.3390/s21041109>

Pan A., Zhu X. (2015). Optoelectronic properties of semiconductor nanowires. In *Semiconductor Nanowires: Materials, Synthesis, Characterization and Application*.(pp.327-363). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-253-2.00012-8>

Piwozowski, K. (2020). Comparison of photoconductive semiconductor switch parameters with selected switch devices in power systems. *Opto-Electronics Review*, 28(1), 74-81.

<https://doi.org/10.24425/opelre.2020.132502>

Román-Raya, J., Ruiz-García, I., Escobedo, P., Palma, A. J., Guirado, D., & Carvajal, M. A. (2020).

Light-dependent resistors as dosimetric sensors in radiotherapy. *Sensors*, 20(6), 1568.

<https://doi.org/10.3390/s20061568>

San, M., Mar, K. T., & Win, C. K. (2020). Automatic light control system using Arduino UNO and LDR sensor. *International Journal of Scientific Reserch and Engineering Development*, 3(2), 806-809. [Automatic Light Control System Using Arduino UNO and LDR Sensor](#)

Sidiqov, B. M. (2022). Light dependent resistor and its applications. *Zenodo*.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6913430>

Spagnolo, G. S. (2019). A simple tool to demonstrate photoelectric effect. *Crystals*, 9(10), 531.

<https://doi.org/10.3390/cryst9100531>

Subramanian, P., & Alwin David, S. (2021)7 Sensors – An overview. *international Conference on Multidisciplinary Research and innovative Practices, J. S. University*. [Sensors-An-Overview.pdf](#)

Tanaka, Y. (2024). Recent advancements in physical and chemical MEMS sensors. *Analyst*, 149(13), 3498-3512. <https://DOI,10.1039/d4an00182f>

Жанар Мукаш¹, Гүлжайнар Маден², Дина Бакранова^{3*}

^{1,2,3}SDU University, Каскелен, Казахстан

*e-mail:dina.bakranova@sdu.edu.kz

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОТКЛИКА ФОТОРЕЗИСТОРА НА ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕТА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В STEM

Аннотация. Интеграция сенсорных технологий в STEM-образование требует разработки простых и доступных экспериментальных моделей для изучения фотопроводимости - ключевого явления лежащего в основе работы фоторезисторов. Целью данного исследования является изучение зависимости электрического сопротивления фоторезистора от интенсивности света и разработка на этой основе STEM-ориентированной модели обучения. В работе разработана экспериментальная модель автоматизированной системы освещения, включающая фоторезистор (LDR), релейный модуль и светодиодный источник света. Результаты показали, что с увеличением освещенности сопротивление фоторезистора уменьшается, при этом возрастает сила тока и срабатывает реле. Полученные результаты соответствуют теории фотопроводимости. На основе экспериментальных данных предложена STEM- модель обучения, объединяющая физические понятия, элементы инженерного проектирования и анализ данных. Научная новизна заключается в сочетании экспериментального исследования с методами STEM-обучения. Практическая значимость определяется возможностью использования модели как доступного и эффективного инструмента для развития исследовательских и инженерных навыков обучающихся.

Ключевые слова: фоторезистор, фотопроводимость, интенсивность света, сенсорные технологии, STEM-образование

Zhanar Mukash¹, Gulzhainar Maden², Dina Bakranova^{3*}

^{1,2,3}SDU University, Kaskelen, Kazakhstan

*e-mail:dina.bakranova@sdu.edu.kz

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF PHOTORESISTOR RESPONSE TO LIGHT INTENSITY WITH APPLICATIONS IN STEM

Abstract. The integration of sensor technologies into STEM education requires simple and accessible experimental models for studying photoconductivity, which is the key principle behind

photoresistors. The aim of this study is to investigate how the electrical resistance of a photoresistor depends on light intensity and to develop a STEM-based learning model based on these results. An experimental model of an automated lighting system was developed, including a light-dependent resistor (LDR), a relay module, and an LED light source. The results show that as light intensity increases, the resistance of the photoresistor decreases, while the current increases and the relay is activated. These results are consistent with the theory of photoconductivity. Based on the experimental results, a STEM learning model is proposed that combines physical concepts, basic engineering design, and data analysis. The novelty of the study lies in combining experimental work with STEM teaching methods. The proposed model can be used as an affordable and practical tool to develop students' research and engineering skills.

Keywords: photoresistor, photoconductivity, light intensity, sensor technologies, STEM education

Келін түсті 18 Сәуір 2026