

МРПТИ 14.35.09

DOI: <https://doi.org/10.47344/ksb72t19>О. И. Турсыматова^{1*}, А. Т. Ургенишбеков¹, Г. М. Маханова¹, А. Б. Аймырзаева¹¹Кызылординский 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 Torkar, 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 Ziherl, 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