

УДК 37.016:54

МРНТИ 14.35.09

<https://doi.org/10.48371/PEDS.2026.82.3.002>

ИНТЕГРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ НАПРАВЛЕНИЯ «ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»

***Раимканова А.М.¹, Шаихова Б.К.², Даутова З.С.³**

***^{1,2,3} НАО «Восточно-Казахстанский университет
имени Сарсена Аманжолова», Усть-Каменогорск, Казахстан**

Аннотация. В статье рассматривается проблема интеграции химических дисциплин в подготовку специалистов экологического профиля. Актуальность исследования обусловлена возросшей потребностью в междисциплинарных знаниях для решения современных экологических задач, требующих прочной химической основы. Цель – разработать и апробировать методику интеграции курсов химии в образовательную программу подготовки специалистов направления «Окружающая среда» и оценить ее влияние на качество обучения. Научная новизна заключается в модели обучения, объединяющей теоретические знания по химии с прикладными экологическими кейсами, что способствует формированию химико-экологической компетентности у студентов. Методология исследования основывается на теоретическом обзоре литературы по междисциплинарному обучению и компетентностному подходу, а также на педагогическом эксперименте: студенты экспериментальной группы обучались по интегрированной программе химической подготовки, тогда как контрольная группа следовала традиционной раздельной программе. Результаты показали, что внедрение интегрированной методики приводит к статистически значимому повышению успеваемости студентов (средний балл тестов повысился на 25% против 15% в контроле, $p < 0,05$), а также к росту мотивации и уверенности учащихся в применении химических знаний при решении экологических проблем. Выводы: интеграция химических дисциплин в экологически ориентированную образовательную программу повышает качество подготовки будущих специалистов по охране окружающей среды, обогащает их междисциплинарное мышление и готовность к профессиональной деятельности. Практическая значимость работы состоит в том, что предложенная методика может быть использована в вузах для модернизации учебных планов экологических специальностей, обеспечивая более тесную связь теории с практикой и требованиями устойчивого развития.

Ключевые слова: интеграция дисциплин, химическое образование, экология, междисциплинарный подход, экологическая химия, учебный план, педагогический эксперимент, компетентностный подход

Введение

Современная подготовка специалистов в области охраны окружающей среды требует глубоких знаний фундаментальных наук, особенно химии, для понимания и решения многих экологических проблем [1]. Загрязнение атмосферного воздуха, кислотные дожди, парниковый эффект, токсичные отходы – все эти вызовы имеют химическую природу. Поэтому интеграция химических дисциплин в образовательный процесс подготовки экологов рассматривается как необходимое условие формирования целостных профессиональных компетенций. Согласно рабочей программе курса «Химия окружающей среды» Российского университета дружбы народов, основной целью такого курса является подготовка специалистов по защите окружающей среды от вредного воздействия химических веществ [2]. Этот курс носит междисциплинарный характер и изучается после освоения базовых курсов естественно-научного цикла (математики, биологии, экологии, общей химии, физики), а также ряда профильных экологических дисциплин [2]. Таким образом, интеграция химии в содержание экологического образования призвана устранить разрыв между теорией и практикой, показать роль химии в профессиональной деятельности эколога.

Анализ литературы показывает, что проблема межпредметной интеграции в обучении не нова. Исследователи отмечают, что объединение знаний из разных областей способствует более глубокому усвоению материала и развитию критического мышления у [3]. В частности, в работе Ж.Д. Абдуллаевой и соавт. продемонстрировано, что решение учебных задач с химико-экологическим содержанием эффективно формирует у студентов умение применять химические знания в будущей профессиональной деятельности [1]. О.И. Кокажаева и коллеги отмечают, что междисциплинарность имеет большое образовательное значение: она повышает научные знания и творческие способности студентов, экономит время на повторение материала и усиливает интерес к обучению [3]. На международном уровне также наблюдается тенденция к интеграции экологических аспектов в химическое образование. Еще в 1995 г. в *Journal of Chemical Education* были описаны подходы к встраиванию экологической проблематики в курс химии (например, концепция “*Chemistry in Context*”, ориентированная на реальные экологические кейсы). В Европе и США оформились специальные учебные планы по экологической/зеленой химии и междисциплинарные программы по *environmental science* [4]. Это подтверждает, что интеграция дисциплин – актуальный мировой тренд в образовании, продиктованный необходимостью готовить специалистов к решению комплексных задач устойчивого развития.

Несмотря на понимание важности химической подготовки экологов, на практике во многих вузах химия по-прежнему преподается обособленно, без достаточной привязки к профессиональной деятельности. Студенты экологических специальностей нередко воспринимают курсы общей или органической химии как второстепенные и теоретически оторванные от реальных проблем окружающей среды. Отсутствие межпредметных связей

ведет к фрагментарности знаний и снижению мотивации к изучению химии. Таким образом, проблема исследования заключается в поиске эффективных путей интеграции химических дисциплин в образовательный процесс по направлению «Окружающая среда», обеспечивающих формирование у студентов целостной химико-экологической компетентности [5-7].

На основе анализа теории и существующего опыта нами выдвинута гипотеза: внедрение интегрированной модели обучения, при которой химические знания подаются в контексте профессиональных экологических задач, позволит повысить успеваемость и мотивацию студентов-экологов, а также улучшить их готовность применять химию на практике.

Цель работы сформулирована как разработка и обоснование методики интеграции химических дисциплин (неорганической, органической, аналитической химии и др.) в учебный план подготовки бакалавров-экологов и экспериментальная проверка ее эффективности. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи: (1) спроектировать интегрированный курс/модуль по химии для студентов направления «Окружающая среда» с учетом профессиональных компетенций; (2) провести педагогический эксперимент, сравнив результаты обучения по новой интегрированной программе и по традиционной раздельной программе; (3) проанализировать влияние интеграции на успеваемость студентов, уровень их химико-экологических знаний, а также на отношение студентов к изучению химии (интерес, уверенность в знаниях, понимание значимости).

Методологической основой исследования послужил компетентностный подход, согласно которому результатом обучения выступает сформированность интегрированных знаний и умений, необходимых в будущей профессиональной деятельности [5]. Опираясь на работы по проблеме экологизации образования и межпредметных связей, мы учли принципы научности, практической направленности и преемственности содержания при разработке интегрированной программы. В качестве экспериментальной базы исследования выступил Университет Н. Ниже подробно изложены организация эксперимента, методы сбора данных и полученные результаты.

Материалы и методы

Исследование проводилось на базе НАО «ВКУ им.Сарсена Аманжолова», Высшая школа IT и естественных наук в течение одного семестра года в 2025 учебном году. В педагогическом эксперименте приняли участие 21 студент 2-го курса образовательной программы направления «Окружающая среда». Выбор данной когорты обусловлен тем, что ко 2-му курсу студенты уже освоили базовый курс общей химии, биологии и экологии, что создало основу для междисциплинарной интеграции. Для эксперимента были сформированы две группы: экспериментальная (EG, *experimental group*) из 11 человека и контрольная (CG, *control group*) из 10 человек. Распределение студентов по группам осуществлено с учетом успеваемости по химии за 1-й курс (средний балл примерно совпадал) и

добровольного согласия участвовать в новом формате обучения. Обе группы были сопоставимы по демографическим показателям (табл. 1): средний возраст около 19, в составе ~60% женщин и ~40% мужчин.

Таблица 1. Демографический состав контрольной и экспериментальной групп

Группа	Число студентов (N)	Женщины (%)	Мужчины (%)	Средний возраст, лет
Контрольная (CG)	10	60%	40%	19,5 ± 0,7
Экспериментальная (EG)	11	62%	38%	19,3 ± 0,5

Программа обучения

Контрольная группа обучалась по стандартному учебному плану: студенты посещали отдельные курсы по общей и неорганической химии, аналитической химии и др. – без специального акцента на экологические аспекты. Одновременно они изучали профильные дисциплины по экологии (например, мониторинг окружающей среды) отдельно, связи между курсами носили декларативный характер. В экспериментальной группе мы реализовали интегрированную программу, объединяющую содержание нескольких химических дисциплин в сквозной курс «Химические основы охраны окружающей среды» объемом 2 кредита (один семестр). Данный курс разрабатывался межкафедральной командой преподавателей химии и экологии. В его тематический план были включены разделы: основы общей и неорганической химии (с упором на химические вещества в окружающей среде), основы органической химии (в контексте органических загрязнителей), аналитические методы контроля окружающей среды (количественный анализ загрязнений в воде, воздухе, почве), химическая токсикология, *green chemistry* и устойчивое развитие и др. Теоретический материал каждой темы сопровождался примерами экологических ситуаций, требующих понимания соответствующих химических процессов (например, тема кислотно-основного равновесия иллюстрировалась проблемой кислотных дождей и их нейтрализации в почвах). Таким образом, студенты EG получали химические знания не изолированно, а сразу в прикладном экологическом контексте.

Методы обучения

В экспериментальной группе были применены активные методики: *case study* (разбор кейсов реальных экологических инцидентов с химическим компонентом), проблемное обучение (постановка экологических задач, решаемых средствами химии), лабораторные работы, моделирующие профессиональную деятельность (например, анализ проб воды на содержание ионов тяжёлых металлов, оценка эффективности сорбентов при очистке разливов нефти и т.д.). Помимо аудиторных занятий, студенты EG выполняли междисциплинарный проект: в малых группах они исследовали локальную экологическую проблему (загрязнение сточных вод, качество воздуха около предприятия и пр.), собирали и анализировали пробы, а затем

разрабатывали рекомендации, используя полученные химические знания. Такой подход призван был продемонстрировать практическую ценность химии для их специальности и сформировать навыки исследования. В контрольной группе обучение велось традиционно: лекции и лабораторные работы по химическим дисциплинам проходили отдельно от курсов по экологии, без единого проекта.

Таблица 2. Примеры интеграции тем химического и экологического циклов (фрагмент учебного плана)

Тема (химическая дисциплина)	Интегрированный экологический аспект (в учебном процессе)
Стехиометрия, химические реакции	Балансы вещества и энергии в экосистемах; модель круговорота веществ с учетом химических преобразований.
Неорганические кислоты и основания	Природные кислоты в окружающей среде, образование кислотных дождей, нейтрализация кислотных стоков.
Тяжёлые металлы (химия элементов)	Токсическое воздействие тяжёлых металлов на биоту; ПДК металлов в воде и почве; методы химического мониторинга.
Углеводороды (органическая химия)	Нефтепродукты как загрязнители (разливы нефти, воздействие на гидросферу); химические основы биоремедиации нефтезагрязнений.
Полимеры и материалы	Проблема пластиковых отходов: химия разложения полимеров; разработки биоразлагаемых материалов.
Аналитическая химия (методы анализа)	Химический анализ природных объектов: определение pH природных вод, обнаружение ионов тяжелых металлов в почве, газовый анализ воздуха.
Физическая химия (термодинамика)	Термохимические аспекты процессов загрязнения (тепловое загрязнение водоемов); энергоэффективные технологии снижения выбросов.

Оценивание результатов

Для объективной проверки влияния интеграции был использован ряд методов сбора данных. Во-первых, академическая успеваемость оценивалась с помощью диагностических тестов по химико-экологическим знаниям. Тестовые задания разрабатывались единым для обеих групп, исходя из содержания как базового курса химии, так и его экологических приложений. Тест включал 30 вопросов (15 по теоретическим основам химии, 15 по применению этих знаний к экологическим ситуациям). Его проводили дважды – в начале эксперимента (преподавав материал, в начале 3-го семестра, pre-test) и после окончания курса (конец 3-го семестра, post-test). Во-вторых, для оценки формирования компетенций и отношения к предмету использовался опросник для студентов. В анонимной анкете (20 утверждений по 5-балльной шкале Лайкерта) респонденты отмечали степень согласия с такими высказываниями, как «Знания по химии важны для решения экологических проблем», «Я чувствую себя уверенно, применяя химические концепции на практике», «Изучение химии в рамках моей специальности было для меня интересным и полезным» и др. В-третьих,

частично применялись методы качественного анализа: проводились фокус-групповые обсуждения с добровольцами из обеих групп, где студенты делились впечатлениями от курса.

Для статистической обработки количественных данных использованы методы описательной статистики (расчет средних баллов, стандартного отклонения) и *t*-критерий Стьюдента для независимых выборок – для проверки значимости различий между группами по результатам пост-теста. Критический уровень значимости принимался $p < 0,05$. Обработка данных выполнена в пакете IBM SPSS Statistics 26.

Этические аспекты

Исследование проведено с согласия участников; студенты были проинформированы об участии в педагогическом эксперименте. Личностные данные не раскрывались, сбор информации носил обобщенный характер.

Ограничения

Отметим, что исследование проводилось в одном вузе и охватывало сравнительно небольшую выборку ($N=20$), что ограничивает степень обобщения результатов. Тем не менее полученные данные позволяют сделать ориентировочные выводы о эффективности предложенного подхода.

Результаты

Успеваемость и знания студентов

До начала эксперимента (после 1-го курса) исходный уровень подготовки групп по химии практически не различался: средний балл входного теста составил $59,8 \pm 8,5$ у контрольной группы и $59,3 \pm 7,9$ у экспериментальной (различие статистически незначимо, $p > 0,5$). Однако по итогам обучения (после 3-го семестра) результаты существенно изменились. Средний балл пост-теста в контрольной группе достиг $75,2 \pm 9,1$, тогда как в экспериментальной – $85,1 \pm 6,4$, что на 13% выше. Разница между группами по пост-тесту оказалась статистически значимой ($p < 0,01$). В табл. 3 приведены обобщенные показатели успеваемости.

Таблица 3. Результаты входного и итогового тестирования по химико-экологическим знаниям

Показатель	Контрольная группа (CG)	Экспериментальная группа (EG)
Средний балл до обучения (pre-test)	$59,8 \pm 8,5$ из 100	$59,3 \pm 7,9$ из 100
Средний балл после обучения (post-test)	$75,2 \pm 9,1$ из 100	$85,1 \pm 6,4$ из 100
Прирост балла (Δ , в пунктах)	$+15,4$ ($\approx +25,7\%$)	$+25,8$ ($\approx +43,5\%$)
Δ между pre- и post-test, <i>p</i> -значение	$< 0,001$ (существенный рост)	$< 0,001$ (существенный рост)
Различие между CG и EG на пост-тесте	–	$p = 0,008$ (значимо)

Из приведенных данных видно, что успеваемость повысилась в обеих группах, что естественно по мере изучения дисциплин. Однако прирост знаний в экспериментальной группе оказался значительно выше (в среднем

+25,8 балла против +15,4 у контроля). Практически все студенты ЕГ продемонстрировали уверенное освоение интегрированного материала: 90% участников этой группы набрали в итоговом тесте свыше 80 баллов, тогда как в контрольной группе только ~60% студентов преодолели этот порог (рис. 1). Более того, в ЕГ наблюдалась меньшая вариативность результатов ($\sigma \approx 6,4$), т.е. успеваемость выравнилась, ни один студент не провалил тест. В СГ же разброс баллов был шире ($\sigma \approx 9,1$), и несколько учащихся показали результаты ниже 60 баллов. Это может свидетельствовать о том, что интегрированный подход способствует более равномерному и глубокому усвоению материала всеми студентами.

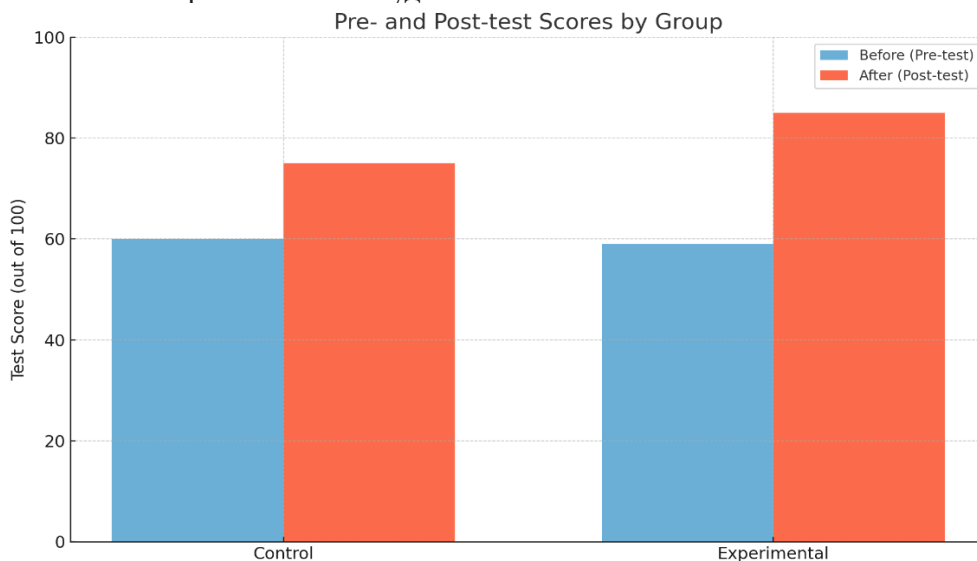


Рисунок 1 – Средние результаты тестирования знаний по экологической химии до и после обучения

Анализ структуры теста по разделам выявил, что наибольший разрыв между группами отмечается в блоке прикладных задач. Студенты ЕГ успешно решали задачи, требующие применения химических знаний к реальным ситуациям (например, расчёт нейтрализации кислых стоков, идентификация источника загрязнения по химическому составу проб и т.п.). Средний процент выполнения прикладных заданий у них составил 88%, тогда как у СГ – около 72%. По теоретической части (вопросы на знание определений, законов химии) разница между группами была минимальной (ок. 5%). Это свидетельствует, что именно умение применять химию в контексте экологии значительно улучшилось благодаря интегрированной методике обучения.

Отношение студентов к изучению химии

Помимо объективных академических результатов, важным итогом эксперимента стало изменение отношения студентов к учебному предмету. По данным итогового анкетирования, обучающиеся экспериментальной группы оценили значимость и полезность химии для своей специальности

существенно выше, чем их сверстники из контроля. В табл. 4 приведены ответы на некоторые утверждения анкеты (приведены доли студентов, выбравших категории «согласен» и «полностью согласен»).

Таблица 4. Результаты опроса студентов о значимости и усвоении химических знаний (доля согласившихся, %)

Утверждение анкеты	Контрольная (CG)	Экспериментальная (EG)
«Химия важна для решения экологических проблем моей специальности»	70%	95%
«Я чувствую себя уверенно, применяя химические знания на практике»	50%	85%
«Изучение химии было для меня интересным и полезным»	60%	90%
«Хотелось бы больше подобных междисциплинарных курсов в программе»	55%	88%

Как видно, экспериментальная группа демонстрирует значительно более позитивное отношение. Почти все студенты EG (95%) осознали важность химии для своей профессии, тогда как в CG около 30% опрошенных остались неубеденными в этом. Уверенность в применении полученных знаний также существенно выше в EG: 85% против 50%. Примечательно, что 88% экспериментальной группы выразили желание видеть больше интегрированных междисциплинарных курсов в учебном плане, что отражает удовлетворенность новым форматом обучения. Для сравнения, в контрольной группе лишь половина студентов выказали подобное пожелание, а ряд респондентов отметили, что «химия была сложным предметом, мало связанным с другими курсами».

Качественные данные из фокус-групп подкрепляют эти цифры. Студенты EG отмечали, что интегрированный курс «не был скучным, в отличие от обычной химии», «мы сразу видели, для чего нужна эта теория – на примерах загрязнения окружающей среды», «появилась уверенность, что смогу применить это на практике». Некоторые отмечали, что проектная работа помогла научиться сотрудничать и дала первый опыт самостоятельного экологического исследования. В то же время студенты CG в обсуждениях признавались, что «химию учили формально, и связь с экологией ощущалась слабо», «много забывается, потому что не было практики применения». Эти отзывы позволяют заключить, что интеграция дисциплин не только улучшила знания, но и повысила внутреннюю мотивацию студентов, сделала обучение более осмысленным для них.

Обсуждение

Полученные результаты подтверждают выдвинутую гипотезу о том, что междисциплинарная интеграция существенно обогащает подготовку будущих экологов. Статистически значимый рост показателей успеваемости и компетентностей в экспериментальной группе согласуется с данными

предыдущих исследований. В частности, Абдуллаева Ж.Д. и соавт. также выявили, что включение химико-экологических задач и практик в процесс обучения способствует более глубокому усвоению материала [1]. Наш эксперимент продемонстрировал, что студенты, обучавшиеся по интегрированной программе, значительно лучше справляются с прикладными заданиями. Это означает, что они сформировали именно ту интегративную компетентность, которая необходима для успешной профессиональной деятельности: способность видеть химическую сущность экологических проблем и использовать научные методы для их решения [2]. По меткому определению авторов, химико-экологическая компетентность – это достаточный уровень фундаментальных знаний по химии и экологии и умение применять их в будущей работе [3]. В нашей работе данное качество проявилось в уверенном выполнении практико-ориентированных заданий студентами ЕГ.

Особенно важным результатом является рост мотивации и интереса к изучению химии у экспериментальной группы. Известно, что без осознания студентами практической значимости материала, обучение носит формальный характер и знания быстро утрачиваются. Интердисциплинарный подход позволил связать теорию с жизнью, что повысило учебную мотивацию. Как отмечают А.Б. Кокажаева с соавторами, межпредметные связи создают благоприятные условия для развития интереса учащихся к науке [2]. Наши данные полностью это подтверждают: 90% студентов ЕГ посчитали курс интересным, а большинство высказались за внедрение подобных курсов. Напротив, в контрольной группе значительная часть обучающихся не увидела ценности химии – вероятно, из-за изолированного преподавания без выхода на реальные экологические кейсы. Таким образом, интеграция дисциплин позитивно сказалась на аффективной сфере обучения: студенты не только узнали новую информацию, но и эмоционально приняли ее, повысили уверенность в своих знаниях. Это крайне важно, ведь мотивированные и уверенные выпускники более эффективно применяют полученное образование на практике.

С практической точки зрения, внедрение интегрированной методики потребовало определенных организационно-методических усилий. Необходимо было координировать работу преподавателей разных кафедр, разрабатывать новые учебно-методические материалы, адаптировать график занятий. Отмечались и некоторые сложности: по отзывам, нагрузка на студентов ЕГ временами была высокой, особенно во время выполнения проекта (приходилось осваивать сразу несколько новых навыков). Кроме того, оценивание достижений в рамках интегрированного курса требовало разработки нестандартных заданий. Тем не менее, все эти трудности оказались преодолимы. Интересно, что сами преподаватели, участвовавшие в проекте, отметили повышение своего профессионального уровня – совместная междисциплинарная работа обогатила и их педагогический опыт. Это коррелирует с идеями о том, что междисциплинарное взаимодействие выгодно не только студентам, но и преподавателям, формируя культуру

сотрудничества и инноваций в образовательной среде [8-10]. В будущем, для успешной реализации подобных программ, желательна поддержка на институциональном уровне: например, сокращение дублирующих курсов, выделение ресурсов на разработку интегрированных модулей, стимулирование командного преподавания.

Сравнивая наше исследование с опытом зарубежных реформ учебных программ, можно отметить некоторые общие тенденции. Во всем мире наблюдается рост интереса к «Green Chemistry» и экологизации химического образования. В работах F.A. Etzkorn, J.L. Ferguson (2023) подчеркивается необходимость включения принципов устойчивого развития и зелёной химии в учебные курсы для подготовки современных специалистов [5]. Наш интегрированный курс также содержал раздел по принципам зеленой химии и нацелен на воспитание экологической ответственности у будущих специалистов. Кроме того, в университетах Германии к 1990-м годам сложилось несколько моделей интеграции экологической компоненты: либо через отдельную специальность «Экология» с базой химии, либо через специализацию в рамках химических программ [4]. Наш подход ближе ко второму варианту, когда в рамках экологической специальности усилена химическая подготовка. Полученные результаты дают основание рекомендовать подобную модель для распространения и в других вузах Казахстана и СНГ, где пока еще преобладает традиционное раздельное преподавание. Конечно, каждое учебное заведение должно учитывать свои условия – кадровые и материальные ресурсы. Но даже небольшие шаги, такие как внедрение совместных проектов или модулей по экологической химии, могут дать положительный эффект. Это подтверждается и нашим экспериментом, и зарубежной практикой.

Следует отметить, что настоящее исследование проводилось в одной образовательной программе и охватывало относительно небольшую выборку студентов. Это накладывает ограничения на широту обобщений. Кроме того, оценка устойчивости полученного эффекта (насколько надолго сохранятся полученные знания и интерес) требует более длительного мониторинга выпускников в их дальнейшей учебе или работе. Планируется продолжить наблюдение за данной когортой студентов до окончания ими бакалавриата, а также провести повторный замер их компетентностей через год. Еще одним направлением дальнейших исследований может стать адаптация предложенной интеграционной методики для других смежных дисциплин (например, биологии и химии) или на других уровнях образования (колледжи, школы), где также актуально формировать целостное научное мировоззрение учащихся [3].

Заключение

Выполненное исследование подтвердило высокую эффективность интеграции химических дисциплин в образовательный процесс подготовки специалистов по охране окружающей среды. Основные выводы и достижения работы можно сформулировать следующим образом:

1. Теоретически обоснована и разработана модель интегрированного курса «Химические основы охраны окружающей среды», которая объединяет содержание общей, аналитической, органической химии и других разделов, релевантных для эколога. Курс отличается междисциплинарной направленностью, практико-ориентированными методами обучения (кейс-стади, проектная деятельность) и акцентом на прикладное применение знаний.

2. Проведен педагогический эксперимент, результатом которого стало существенное повышение качества образования в экспериментальной группе по сравнению с традиционной программой. Студенты, обучавшиеся по интегрированной методике, показали более высокий уровень остаточных знаний и умений: их средний балл итогового теста был на ~13% выше, чем у контрольной группы ($p < 0,01$). Особенно заметно улучшилось умение применять химические знания для решения профессиональных задач, что свидетельствует о формировании у них химико-экологической компетентности.

3. Интеграция дисциплин позитивно сказалась на мотивации и вовлеченности студентов. В экспериментальной группе 90–95% обучающихся осознали значимость химии для своей специальности, почувствовали уверенность в применении изученного материала и выразили удовлетворенность новым форматом обучения. В контрольной группе эти показатели существенно ниже (50–70%). Данный факт подчеркивает важность связности и осмысленности обучения для формирования у студентов внутренней мотивации.

4. Практическая значимость результатов заключается в возможности использования разработанной методики в других образовательных организациях. Описанный интегрированный курс и подходящие под него учебные материалы могут быть внедрены или адаптированы в учебные планы родственных направлений («Экология», «Техносферная безопасность», «Биология» с экологической специализацией и т.д.). Это будет способствовать модернизации образовательного процесса, повышению его междисциплинарности и практической ориентированности. Кроме того, опыт совместной работы преподавателей химии и экологии может быть масштабирован на другие кафедры, что в целом улучшит качество педагогической деятельности.

Подводя итог, интеграция химических дисциплин в подготовку экологов – перспективное направление развития высшего образования. Она отвечает на вызовы времени, требующие от выпускников умения мыслить широко, на стыке наук, и находить решения комплексных проблем окружающей среды. Настоящее исследование внесло вклад в методическое обеспечение этого процесса, продемонстрировав на модели конкретного вуза значимые позитивные изменения. В дальнейшем планируется расширить данную работу, углубив исследование влияния интегрированного обучения на профессиональные компетенции выпускников и их успешность в практической деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Абдуллаева Ж. Д., Турдубаева Г., Алтыбаева Д. Т., Байматова Р. Т., Бекташева У. Формирование химико-экологической компетентности учащихся направления химия в высших учебных заведениях // Бюллетень науки и практики. – 2021. – Т. 7. – No. 7. – С. 285–290.

[2] Кокажаева А. Б., Жексембинова А. Б., Заманбекова А. Т. Интеграция математики и химии как средство совершенствования образовательного процесса // Известия КазУМОиМЯ им. Абылай хана. Серия: Педагогические науки. – 2024. – Т. 72. – No. 1. – С. 465–479.

[3] Российский университет дружбы народов (РУДН). Рабочая программа дисциплины «Химия окружающей среды» для направления подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». – 2018. – 39 с. – URL: https://www.rudn.ru/sveden/files/Progr_-XOS-OR.pdf (дата обращения: 27.10.2025).

[4] Mahaffy P. G., Matlin S. A., Whalen J. M., Holme T. A. Integrating the molecular basis of sustainability into general chemistry through systems thinking // Journal of Chemical Education. – 2019. – Vol. 96. – No. 12. – P. 2730–2741.

[5] Etzkorn F. A., Ferguson J. L. Integrating Green Chemistry into Chemistry Education // Angewandte Chemie International Edition. – 2023. – Vol. 62. – Art. e202209768. – DOI: 10.1002/anie.202209768.

[6] Калиманова Д. Ж., Алешова А. А., Балабекова Ш. Т., Мендигалиева А. К. Formation of the Basics of Environmental Education in Teaching Chemistry // Academic Scientific Journal of Chemistry. – 2024. – No. 1. – P. 40–53. – DOI: 10.32014/2024.2518-1491.206.

[7] Опарин Р. В. Проектирование культуротворческой системы дополнительного экологического образования с применением иммерсивных технологий обучения: дис. ... д-ра наук. – М.: ГОУ ВО МО «Московский государственный областной университет», 2022. – 423 с.

[8] Ямщикова Д. С. Интегративные контекстные задания как средство формирования естественнонаучной грамотности при обучении химии в основной школе: дис. ... канд. наук. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2025. – 221 с.

[9] Mahaffy P. G., Lunn J., Adema A., Ayotte A., Faulkner J., Greidanus S., Wagram G. Climate Action Can “Flip the Switch”: Resourcing Climate Empowerment in Chemistry Education // Journal of Chemical Education. – 2024. – Vol. 101. – No. 9. – P. 3856–3868.

[10] Herranen J., Aksela M. Embedding chemistry education into environmental and sustainability education: Development of a didaktik model based on an eco-reflexive approach // Sustainability. – 2021. – Vol. 13. – No. 4. – Art. 1746.

[11] UNESCO. Berlin Declaration on Education for Sustainable Development: Learn for Our Planet: Act for Sustainability. – Paris: UNESCO, 2021.

REFERENCES

[1] Abdullaeva Zh. D., Turdubaeva G., Altybaeva D. T., Baimatova R. T., Bektasheva U. Formirovanie himiko-ekologicheskoy kompetentnosti uchashchihsya napravleniya himiya v vysshih uchebnyh zavedeniyah (Formation of chemical and ecological competence among chemistry students in higher educational institutions) // Byulleten' nauki i praktiki. – 2021. – Vol. 7. – No. 7. – Pp. 285–290. [in Rus.]

[2] Kokazhaeva A. B., Zhekseminova A. B., Zamanbekova A. T. Integratsiya matematiki i himii kak sredstvo sovershenstvovaniya obrazovatel'nogo processa (Integration of mathematics and chemistry as a means of improving the educational process) // Izvestiya KazUMOimYa im. Abylai khana. Seriya: Pedagogicheskie nauki. – 2024. – Vol. 72. – No. 1. – Pp. 465–479. [in Rus.]

[3] Rossiyskiy universitet druzhby narodov (RUDN). Rabochaya programma discipliny «Himiya okruzhayushchey sredy» dlya napravleniya podgotovki 18.03.02 «Energ- i resursosberegayushchie processy v himicheskoy tehnologii, neftehimii i biotekhnologii» (Syllabus of the discipline “Environmental Chemistry” for the training program 18.03.02 “Energy- and resource-saving processes in chemical technology, petrochemistry and biotechnology”). – 2018. – 39 p. – URL: https://www.rudn.ru/sveden/files/Progr_-XOS-OR.pdf (accessed: 27.10.2025). [in Rus.]

[4] Mahaffy P. G., Matlin S. A., Whalen J. M., Holme T. A. Integrating the molecular basis of sustainability into general chemistry through systems thinking // Journal of Chemical Education. – 2019. – Vol. 96. – No. 12. – Pp. 2730–2741. – DOI: 10.1021/acs.jchemed.9b00390.

[5] Etzkorn F. A., Ferguson J. L. Integrating Green Chemistry into Chemistry Education // Angewandte Chemie International Edition. – 2023. – Vol. 62. – Art. e202209768. – DOI: 10.1002/anie.202209768.

[6] Kalimanova D. Zh., Aleshova A. A., Balabekova Sh. T., Mendigalieva A. K. Formation of the Basics of Environmental Education in Teaching Chemistry // Academic Scientific Journal of Chemistry. – 2024. – No. 1. – Pp. 40–53. – DOI: 10.32014/2024.2518-1491.206.

[7] Oparin R. V. Proektirovanie kul'turotvorcheskoy sistemy dopolnitel'nogo ekologicheskogo obrazovaniya s primeneniem immersivnykh tehnologiy obucheniya (Designing a culture-creating system of supplementary environmental education using immersive learning technologies): dis. ... d-ra nauk. – Moscow: GOU VO MO “Moskovskiy gosudarstvennyy oblastnoy universitet”, 2022. – 423 p. [in Rus.]

[8] Yamshchikova D. S. Integrativnye kontekstnye zadaniya kak sredstvo formirovaniya estestvennonauchnoy gramotnosti pri obuchenii himii v osnovnoy shkole (Integrative contextual tasks as a means of forming scientific literacy in teaching chemistry in basic school): dis. ... kand. nauk. – Saint Petersburg: Rossiyskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet im. A. I. Gertsena, 2025. – 221 p. [in Rus.]

[9] Mahaffy P. G., Lunn J., Adema A., Ayotte A., Faulkner J., Greidanus S., Wagram G. Climate Action Can “Flip the Switch”: Resourcing Climate

Empowerment in Chemistry Education // Journal of Chemical Education. – 2024. – Vol. 101. – No. 9. – P. 3856–3868.

[10] Herranen J., Aksela M. Embedding chemistry education into environmental and sustainability education: Development of a didaktik model based on an eco-reflexive approach // Sustainability. – 2021. – Vol. 13. – No. 4. – Art. 1746.

[11] UNESCO. Berlin Declaration on Education for Sustainable Development: Learn for Our Planet: Act for Sustainability. – Paris: UNESCO, 2021.

ҚОРШАҒАН ОРТА МАМАНДАРЫН ДАЙЫНДАУ БАРЫСЫНДА ХИМИЯ ПӘНДЕРІН ЫНТЫМАҚТАСТЫРУ

*Раимқанова А.М.¹, Шаихова Б.К.², Даутова З.С.³

*^{1,2,3}«Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті»КЕАҚ
Өскемен, Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада экологиялық бейіндегі мамандарды даярлауда химиялық пәндерді интеграциялау мәселесі қарастырылады. Зерттеудің өзектілігі экологиялық міндеттердің күрделенуіне байланысты, оларды шешу үшін берік химиялық негізге сүйенетін пәнаралық білімге деген қажеттіліктің артуымен айқындалады. Зерттеудің мақсаты – «Қоршаған орта» даярлау бағыты мамандарының білім беру бағдарламасына химия курстарын кіріктіру әдістемесін әзірлеу және оның оқыту сапасына әсерін эмпирикалық тұрғыдан бағалау. Зерттеудің ғылыми жаңалығы теоретикалық химиялық білімді қолданбалы экологиялық кейстермен ұштастыратын оқыту моделін ұсынуында, бұл студенттердің химиялық-экологиялық құзыреттілігін қалыптастыруға ықпал етеді. Зерттеу әдіснамасы пәнаралық оқыту мен құзыреттілікке негізделген тәсіл жөніндегі ғылыми әдебиеттерге теориялық шолу жасауға, сондай-ақ педагогикалық эксперимент жүргізуге сүйенеді: эксперименттік топтың студенттері интеграцияланған химиялық даярлық бағдарламасы бойынша оқытылды, ал бақылау тобы дәстүрлі, пәндер бойынша бөлек жүргізілетін оқыту бағдарламасымен оқыды. Нәтижелеринтеграцияланғанәдістеменіңенгізілуістуденттердіңүлгерімінің статистикалық тұрғыдан едәуір артуына (эксперименттік топта тестілеудің орташа балы шамамен 25%-ға, бақылау тобында – 15%-ға өсті, $p < 0,05$), сондай-ақ экологиялық мәселелерді шешу кезінде химиялық білімді қолдану жөніндегі оқытылатындардың мотивациясы мен сенімділігінің нығаюына алып келгенін көрсетті. Қорытындылар: химиялық пәндерді экологиялық бағдарланған білім беру бағдарламасына интеграциялау болашақ қоршаған ортаны қорғау саласындағы мамандарды даярлау сапасын арттырады, олардың пәнаралық ойлауын және кәсіби қызметке дайындығын тереңдетеді. Зерттеудің практикалық маңыздылығы ұсынылған әдістеменің жоғары оқу орындарында экологиялық мамандықтардың оқу жоспарларын жаңғырту мақсатында пайдаланылу мүмкіндігінде, бұл теория мен практиканың және тұрақты даму талаптарының неғұрлым тығыз байланысын қамтамасыз етеді.

Тірек сөздер: пәнаралық ықпалдастыру; химияны оқыту; экология мамандары; пәнаралық әдіс; экологиялық химия; оқу жоспары; педагогикалық эксперимент; құзыреттілікке бағытталған оқыту

INTEGRATION OF CHEMISTRY DISCIPLINES INTO THE EDUCATIONAL PROCESS OF TRAINING “ENVIRONMENT” SPECIALISTS

*Raimkanova A.M.¹, Shaikhova B.K.², Dautova Z.S.³

*^{1,2,3}“Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University”

NJSC, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

Abstract. The article examines the issue of integrating chemistry disciplines into the training of specialists in the environmental field. The relevance of the study is determined by the growing need for interdisciplinary knowledge to address contemporary environmental challenges that require a solid chemical foundation. The aim of the research is to develop and empirically test a methodology for integrating chemistry courses into the educational programme for “Environment” specialists and to assess its impact on the quality of learning. The scientific novelty lies in the proposed instructional model that combines theoretical chemical knowledge with applied environmental case studies, thereby fostering the formation of students’ chemical–environmental competence. The research methodology is based on a theoretical review of the literature on interdisciplinary teaching and the competence-based approach, as well as on a pedagogical experiment: students in the experimental group were taught according to an integrated chemistry training programme, whereas the control group followed a traditional, discipline-fragmented curriculum. The results demonstrated that the implementation of the integrated methodology led to a statistically significant improvement in student achievement (the mean test score increased by approximately 25% in the experimental group versus about 15% in the control group, $p < 0.05$), as well as to an increase in students’ motivation and confidence in applying chemical knowledge when solving environmental problems. The conclusions indicate that the integration of chemistry disciplines into an environmentally oriented educational programme enhances the quality of training of future environmental protection specialists, enriching their interdisciplinary thinking and readiness for professional activity. The practical significance of the study lies in the fact that the proposed methodology can be used in higher education institutions to modernise curricula of environmental specialities, ensuring a closer linkage between theory and practice and the requirements of sustainable development.

Keywords: curriculum integration; chemistry education; environmental specialists; interdisciplinary approach; environmental chemistry; curriculum; pedagogical experiment; competency-based approach

Статья поступила / Мақала түсті / Received: 29.11.2025.

Принята к публикации / Жариялауға қабылданды / Accepted: 25.09.2026.

Информация об авторах:

*Раимканова Альмира Муратовна - докторант PhD кафедры химии Высшей школы IT и естественных наук НАО «Восточно-Казакхстанский университет имени Сарсена Аманжолова», e-mail: raimkanova.almira@mail.ru

Шаихова Бакыт Калиаскаровна - кандидат педагогических наук, профессор кафедры химии, НАО «Восточно-Казакхстанский университет имени Сарсена Аманжолова», e-mail: bshaikhova@bk.ru

Даутова Зухра Сатбековна - кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор кафедры химии, НАО «Восточно-Казакхстанский университет имени С.Аманжолова», email: dautowa@mail.ru

Авторлар туралы мәлімет:

Раимканова Альмира Муратовна - «Сарсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті» КЕАҚ, IT және жаратылыстану ғылымдары жоғары мектебінің химия кафедрасының PhD докторанты, e-mail: raimkanova.almira@mail.ru

Шаихова Бакыт Калиаскаровна — педагогика ғылымдарының кандидаты, «Сарсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті» КЕАҚ химия кафедрасының профессоры, e-mail: bshaikhova@bk.ru

Даутова Зухра Сатбековна – педагогика ғылымдарының кандидаты, «Сарсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті» КЕАҚ химия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, email: dautowa@mail.ru

Information about the authors:

Raimkanova Almira Muratovna - PhD Student, Department of chemistry, Higher school of IT and natural sciences, «Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University» NCJSC, e-mail: raimkanova.almira@mail.ru

Shaikhova Bakyt Kaliaskarovna — Candidate of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Chemistry, «Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University» NCJSC, e-mail: bshaikhova@bk.ru

Dautova Zukhra Satbekovna – Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor, Department of Chemistry, «Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University» NCJSC, e-mail: dautowa@mail.ru