

УДК 378.147

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ ХИМИИ И ИНФОРМАТИКИ
ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
ДВУХПРОФИЛЬНОГО БАКАЛАВРИАТА В ГЕРЦЕНОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Бойцова Т. Б. ORCID ID 0000-0002-6797-4147,
Власова Е. З. ORCID ID 0000-0001-7356-5019,
Горбунова В. В. ORCID ID 0000-0003-3736-0125,
Исаева Е. И. ORCID ID 0000-0001-8258-5628

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена», Санкт-Петербург,
Российская Федерация, e-mail: isaevae@herzen.spb.ru*

В связи с развивающейся цифровизацией практических сфер деятельности общества возникает необходимость в подготовке высококвалифицированных специалистов, обладающих компетенциями, отвечающими современному темпу развития технологий и образования. С целью повышения квалификации и цифровой грамотности будущих педагогов на факультете химии Герценовского университета с 2024 г. реализуется образовательная программа двухпрофильного пятилетнего бакалавриата по направлению 44.03.05 Педагогическое образование с профилями подготовки «Химическое образование», «Информатика». Статья посвящена анализу учебного плана и дисциплин, позволяющих осуществить междисциплинарную интеграцию химии и информатики. Рассмотрены особенности организации учебного процесса, содержание и последовательность учебных дисциплин в учебном плане, способствующих формированию профессиональных компетенций высококвалифицированного специалиста – будущего учителя химии и информатики. По результатам исследования показано, что содержание дисциплин, а также последовательность их изучения позволяет выпускнику не только получить образование по нескольким профилям подготовки, но и развить способности к решению комплексных предметно и профессионально ориентированных задач. Анкетирование обучающихся по данной образовательной программе показало, что студенты в течение первых полугода обучения широко используют цифровые образовательные ресурсы, электронные базы данных, умеют пользоваться редакторами химических формул и считают их использование необходимым в профессии учителя химии.

Ключевые слова: университет, педагогическое образование, образовательные программы, двухпрофильный бакалавриат, химия, информатика, цифровые технологии, цифровая трансформация образования.

INTERDISCIPLINARY INTEGRATION OF CHEMISTRY AND COMPUTER SCIENCE
IN THE IMPLEMENTATION OF A TWO-PROFILE BACHELOR'S DEGREE
PROGRAM IN HERZEN UNIVERSITY

Boytsova T. B. ORCID ID 0000-0002-6797-4147,
Vlasova E. Z. ORCID ID 0000-0001-7356-5019,
Gorbunova V. V. ORCID ID 0000-0003-3736-0125,
Isaeva E. I. ORCID ID 0000-0001-8258-5628

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian State Pedagogical University named after A. I. Herzen”, Saint Petersburg, Russian Federation, e-mail: isaevae@herzen.spb.ru

Due to the developing digitalization of almost all areas of society, there is a need to train highly qualified specialists with competencies that meet the current pace of technological and educational development. To enhance the skills and digital literacy of future teachers, the Faculty of Chemistry at Herzen University has been implementing a dual-profile five-year bachelor's program in the field of 44.03.05 Pedagogical Education with specialization areas: Chemical Education and Computer Science, starting in 2024. The article is devoted to the analysis of the curriculum and disciplines that allow for interdisciplinary integration of chemistry and computer science, as well as their sequence and continuity. The article discusses the features of the organization of the educational process, the content and sequence of academic disciplines in the curriculum, which contribute to the formation of professional competencies in a highly qualified specialist – a future teacher of chemistry and

computer science. The results of the study show that the content of the disciplines, as well as the sequence of their study, allows the graduate not only to receive an education in several fields of study, but also to develop the ability to solve complex subject and professionally oriented tasks. A survey of students enrolled in this educational program showed that students use digital educational resources, electronic databases, and chemical formula editors extensively during the first year and a half of their studies and consider their use necessary in the profession of a chemistry teacher.

Keywords: university, pedagogical education, educational programs, two-profile bachelor's degree, chemistry, computer science, digital technologies, digitalization of education.

Введение

Анализ концепции подготовки педагогических кадров для системы образования на период до 2030 г., утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 июня 2022 года № 1688-р [1], позволил выявить наиболее важные направления формирования современного содержания подготовки педагогических кадров. В связи с развивающейся цифровизацией практических сфер деятельности общества возникает необходимость в подготовке высококвалифицированных специалистов в сфере образования, способных к эффективной трансформации компонентов педагогического образования, таких как его содержание и инфраструктура в соответствии с опережающим темпом обновления общего образования [2]. В соответствии с требованиями Указа Президента Российской Федерации от 09 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» [3] актуальным является повышение цифровой грамотности студентов путем освоения ими образовательных цифровых ресурсов, активизации применения возможностей электронной образовательной среды и использования цифрового контента.

Реализация программы четырехлетнего бакалавриата по направлению 44.03.01 Педагогическое образование (профиль «Химическое образование») не в полной мере обеспечивает формирование компетенций, отвечающих современному темпу развития цифровых технологий и образования. Для решения данной проблемы на факультете химии в РГПУ им. А. И. Герцена предлагается осуществить интеграцию в программы подготовки педагогических кадров модулей, позволяющих выпускнику получить несколько квалификаций в результате освоения программы пятилетнего бакалавриата 44.03.05 Педагогическое образование с двумя профилями подготовки «Химическое образование», «Информатика и информационные технологии в образовании».

Цель исследования – анализ учебного плана и дисциплин, позволяющих осуществить междисциплинарную интеграцию химии и информатики, их последовательности и преемственности в учебном плане, соответствующих двухпрофильной подготовке в области химического образования и информационных технологий в образовании по направлению 44.03.05 Педагогическое образование, реализуемой на факультете химии РГПУ им. А. И. Герцена.

Материал и методы исследования

Для достижения цели исследования использовался теоретический метод, включающий изучение таких нормативных документов, как Указ Президента Российской Федерации, ФГОС ВО, анализ учебного плана и рабочих программ дисциплин двухпрофильного бакалавриата, научно-педагогической литературы, описывающей различные подходы к преподаванию химических дисциплин у студентов, обучающихся по различным образовательным программам подготовки бакалавров, анализ и обобщение педагогического опыта преподавания химических дисциплин в педагогическом вузе. В качестве эмпирического метода исследования использовали анонимное анкетирование обучающихся 2-го курса бакалавриата по направлению 44.03.05 Педагогическое образование с двумя профилями подготовки «Химическое образование», «Информатика и информационные технологии в образовании».

Результаты исследования и их обсуждение

Для подготовки высококвалифицированных специалистов (бакалавров) по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), обладающими универсальными и общепрофессиональными компетенциями, устанавливаемыми Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) [4], и профессиональными компетенциями, определяемыми образовательной организацией, необходим четко проработанный учебный план образовательной программы, который выступает в качестве основы организации учебного процесса. Учебный план должен обеспечивать преемственность дисциплин и практик и выступать в качестве направляющего инструмента, обеспечивающего достижение обозначенных компетенций и формирование знаний, умений и навыков [5] в педагогической области и области профессиональных интересов профилей подготовки по химии и информатике.

Согласно ФГОС ВО учебный план образовательной программы по направлению 44.03.05 Педагогическое образование состоит из трех блоков: модулей, включающих ряд дисциплин, реализующих эти модули; практики и государственной итоговой аттестации. Результаты освоения программы бакалавриата и готовность выпускников к решению задач дальнейшей профессиональной деятельности (педагогической, методической, проектной и т. д., п. 1.12 ФГОС ВО) определяются набором дисциплин и практик в учебном плане, их соотношением по количеству часов и последовательностью реализации.

В современных условиях необходимо готовить специалистов, которые, овладев фундаментальными знаниями, способны быстро адаптироваться в потоке новых знаний, в оперативном осмыслении и усвоении нового материала, что невозможно без владения информационными технологиями и цифровыми ресурсами [6, 7]. В то же время для

эффективного формирования компетенций необходимо опираться на классические дидактические принципы [8]: постепенное наращивание сложности материала, обеспечение его логической последовательности и системный подход при изучении дисциплин. Важным аспектом структуры учебного плана является преемственность [9], которая реализуется в согласовании содержания как внутри дисциплины, так и смежных дисциплин. При этом необходимо учитывать, что содержание дисциплин разных предметных областей может весьма результативно дополнять друг друга, способствовать пониманию и усвоению материала. Объединение в одном учебном плане дисциплин двух профилей – химии и информационных технологий – как нельзя лучше реализует принцип междисциплинарной интеграции и способствует формированию профессиональных компетенций будущего учителя. Согласно учебному плану данной программы [10] фундаментальные химические дисциплины – общую, неорганическую, аналитическую, физическую, органическую, коллоидную химию и биохимию – обучающиеся изучают в течение пяти лет в рамках модулей: «Предметно-методический», «Неорганическая химия», «Современная органическая химия», «Прикладная химия». Все дисциплины имеют множество точек соприкосновения: терминология, химическая символика, номенклатура, законы, методы, модели в том числе направлены на формирование одних и тех же компетенций, связанных с освоением и использованием теоретических знаний и практических умений и навыков в предметной области при решении профессиональных задач, а также со способностью организовать образовательный процесс с использованием современных образовательных технологий, в том числе дистанционных. Дисциплины профиля «Информатика и информационные технологии в образовании» объединены в модули «Предметно-методический», «Коммуникативно-цифровой», «Информатика» и также изучаются параллельно с химическими дисциплинами в течение всего периода обучения.

Изучение химии начинается на первом курсе с дисциплины «Общая химия». Эта дисциплина в объеме 16 зачетных единиц (з. е.) является базисом, освоение которого во многом определяет успешность дальнейшего обучения. Не изучив основы химического языка, фундаментальные законы и принципы, концепции квантово-механической теории строения атома и молекул, закономерности в изменении свойств атомов химических элементов и их соединений, научные теории химической связи, количественные закономерности, технику проведения химического эксперимента, первокурсник не сможет в достаточной степени освоить содержание дисциплин 2-го курса: «Химия непереходных элементов» (6 з. е.), «Химия переходных элементов» (6 з. е.), «Аналитическая химия» (5 з. е.), которые, в свою очередь, являются основой для освоения дисциплин 4-го курса «Физическая химия» (9 з. е.) и «Коллоидная химия» (4 з. е.). «Общая химия» является центральным звеном, призванным

создать необходимую научно-теоретическую базу для изучения последующих дисциплин учебного плана и заложить основы формирования профессиональных компетенций. При этом учебный процесс построен на идее преемственности и концентризма, когда основные понятия и законы, заложенные в курсе «Общая химия», более глубоко изучаются в дисциплинах «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Органическая химия» и «Коллоидная химия» в рамках предметно-методического модуля. В то же время дисциплины предметно-методического модуля являются необходимыми для освоения таких модулей, как «Неорганическая химия» и «Прикладная химия».

Изучение химических дисциплин предметно-методического модуля уже на 1-м курсе требует использования цифровых образовательных программ и ресурсов, позволяющих визуализировать сложные для понимания и восприятия представления о строении атомов и геометрии молекул [11, 12]. Поэтому в рамках коммуникативно-цифрового модуля вводятся дисциплины «Технологии цифрового образования» (2 з. е.), «Информационные технологии в химическом образовании» (1 з. е.) и «Цифровые образовательные ресурсы в обучении химии» (1 з. е.). Содержание данных дисциплин обеспечивает обучающихся опытом использования программ для изображения химических формул веществ и генерирования их современных названий по Международной номенклатуре, таких как ChemDraw, ChemSketch, программ для численного анализа данных и научной графики: Microsoft Excel, Origin и др., цифровых ресурсов по поиску информации о новых веществах, их составе и структуре (SciFinder), виртуальных химических лабораторий, а также знакомит с различными образовательными ресурсами по химии: образовательными сайтами, единой коллекцией цифровых образовательных ресурсов, компьютерными игровыми методами обучения химии [13–15].

Для успешного освоения дисциплин «Спектральные методы исследования» (3 з. е.), «Основы химии гетероциклических соединений» (3 з. е.), «Химия высокомолекулярных соединений» (2 з. е.) и «Органический синтез» (4 з. е.) на 3-м и 4-м курсах необходимо владение узкоспециальным программным обеспечением, позволяющим анализировать и предсказывать состав и структуру синтезированных веществ. При изучении дисциплины «Спектральные методы анализа» обучающиеся получают навыки работы с такими программами анализа ЯМР спектров, как MestReNova, Delta, GhostScript, Marvin, ACD; ИК спектров – IR Solution, электронных спектров – UV Probe, которые применяются обучающимися как при освоении других дисциплин, так и при выполнении исследовательских проектов и выпускной квалификационной работы.

Особое внимание при реализации программы уделяется исследованию химических явлений и их анализу с применением компьютерного моделирования и вычислительного эксперимента. Например, используя современное программное обеспечение, обучающиеся

могут первично смоделировать строение молекул, зная их состав, предсказать их физико-химические свойства, в частности реакционную способность, определить термодинамическую возможность синтеза веществ, исследовать кинетические закономерности протекания процессов [11]. Использование современных цифровых технологий и приложений позволяет визуализировать результаты вычислительных экспериментов, представить их и опубликовать. На старших курсах в результате освоения дисциплин модуля «Информатика» обучающихся смогут самостоятельно разрабатывать программы для расчетов свойств веществ, для статистической обработки массивов экспериментальных данных. В рамках дисциплин «Методика обучения» (химическое образование / информатика) предполагается знакомство обучающихся с виртуальными химическими лабораториями, необходимыми в профессиональной деятельности, особенно при отсутствии лабораторного оборудования и реагентов. Также изучение дисциплин данного модуля позволит бакалавру грамотно выбирать компьютерную и коммуникационную технику, сетевое оборудование и программное обеспечение, осуществлять их установку и подключение.

Эмпирическим методом исследования стало анонимное анкетирование студентов 2-го курса, обучающихся по программе пятилетнего двухпрофильного бакалавриата (44.03.05 Педагогическое образование). Вопросы анкетирования были посвящены выявлению причин выбора данного направления подготовки, степени удовлетворенности организацией учебного процесса, реализации принципа преемственности дисциплин, а также касались использования цифровой образовательной среды Moodle, электронных баз данных и электронных библиотек в процессе обучения, редакторов химических формул и программных пакетов.

Анализ анкетирования показал, что значительная часть респондентов (63,6 %) при поступлении выбрали данное направление в связи с желанием работать в школе учителем химии, и лишь 13,6 % отметили, что их привлекла возможность получения образования по двум профилям (табл. 1).

Таблица 1
Обоснование выбора направления 44.03.05 Педагогическое образование
при поступлении в университет

№	Вариант ответа	Ответ, %
1	Выбор направления обусловлен желанием работать учителем в школе	63,6
2	Привлекла возможность получения образования по двум профилям «Химическое образование» и «Информатика и информационные технологии в образовании»	13,6
3	Привлекла возможность использования цифровых ресурсов при более глубоком изучении химии	13,6
4	Низкий проходной балл на данное направление	9,1

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Среди студентов 2-го курса 35 % указали, что принцип преемственности реализуется в полной мере, 30 % считают, что дисциплины хаотично располагаются в учебном плане (табл. 2). Данный результат обусловлен, во-первых, сроком проведения опроса (начало 3-го семестра), который не позволил обучающимся в полной мере оценить рациональность учебного плана, во-вторых, наполненностью учебного плана на 1-м курсе обучения в основном общеуниверситетскими дисциплинами.

Таблица 2
Эффективность реализации принципа преемственности дисциплин
при реализации программы обучения

№	Вариант ответа	Ответ, %
1	Реализуется в полной мере	35
2	Дисциплины хаотично располагаются в учебном плане	30
3	Недостаточно реализуется	20
4	Затрудняюсь ответить	15

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Больше половины респондентов указали, что часто используют при выполнении заданий и поиске литературы цифровую образовательную среду Moodle, электронные базы данных и электронные библиотеки в процессе обучения. (табл. 3). Около 41 % используют их при необходимости несколько раз в месяц.

Таблица 3
Использование студентами цифровой образовательной среды Moodle,
электронных баз данных и электронных библиотек в процессе обучения

№	Вариант ответа	Ответ, %
1	Часто их использую при выполнении заданий и поиске литературы	52,9
2	Использую при необходимости, но не более 2–3 раз в месяц	41,2
3	Чаще использую возможности искусственного интеллекта, а не базы данных	5,9
4	Нет необходимости использования цифровых ресурсов	0

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Обучающиеся достаточно активно уже на начальных курсах пользуются редакторами химических формул и программными пакетами (табл. 4) и считают их полезными для своей будущей профессии. Используются поисковые химические системы и базы данных (SciFinder,

CoLab, Elsevier и другие), редакторы химических формул (ChemDraw, ChemSketch), а также платформы для создания дидактических игр и виртуальные лаборатории (табл. 5).

Таблица 4

Выбор редактора химических формул и программных пакетов

№	Вариант ответа	Ответ, %
1	ChemSketch	60,9
2	ChemDraw	17,4
3	OriginLab	8,7
4	Не использую редакторы химических формул	8,7
5	База данных SciFinder	4,3

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Таблица 5

Необходимость использования цифровых ресурсов для будущей профессии

№	Вариант ответа	Ответ, %
1	Все перечисленные	36
2	Редакторы химических формул (ChemDraw, ChemSketch)	20
3	Платформы для создания дидактических игр	20
4	Поисковые химические системы и базы данных (SciFinder, CoLab, Elsevier и др.)	12
5	Виртуальные лаборатории	12

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Заключение

Содержание дисциплин двухпрофильного бакалавриата, а также последовательность их изучения позволяет выпускнику не только получить образование по нескольким профилям подготовки, но и развить способности к решению комплексных предметно и профессионально ориентированных задач, что приводит, во-первых, к повышению вовлеченности и мотивации обучающихся в процессе работы над проектами и практическими заданиями, требующими и междисциплинарного знания, и умения обоснованно выбирать и применять цифровые технологии, адекватные решаемой задаче, во-вторых, к пониманию динамики развития цифровых технологий и их дидактического потенциала для создания передовых методик и образовательных технологий, расширяющих профессиональные возможности педагогов.

Показано, что обучающиеся данного направления широко используют цифровые образовательные ресурсы, электронные базы данных и редакторы химических формул и считают их использование необходимым в профессии учителя химии.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 июня 2022 г. № 1688-р «Концепции подготовки педагогических кадров для системы образования на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/all/141781> (дата обращения: 19.01.2026).
2. Волкова И. А., Петрова В. С. Формирование цифровых компетенций в профессиональном образовании // Вестник НВГУ. 2019. № 1. С. 17–24. EDN: MYFAJE.
3. Указ Президента Российской Федерации от 09 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения: 19.01.2026).
4. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки). Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 февраля 2018 г. № 125 [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-44-03-05-pedagogicheskoe-obrazovanie-s-dvumya-profilyami-podgotovki-125> (дата обращения: 19.01.2026).
5. Онищенко Л. А., Матушкина И. Ю. Учебный план как основа организации учебного процесса // Машиностроение, материаловедение. 2015. № 3 (17). С. 110–117. DOI: 10.15593/2224-9877/2015.3.11. EDN: UKTYND.
6. Сухомлин В. А. Методологические аспекты концепции цифровых навыков // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. № 2 (13). С. 146–152. DOI: 10.25559/SITITO.2017.2.253 EDN: ZMDXKB.
7. Tursunova G. K. The Use of Modern Information Technologies in Chemistry Education and The Formation of Engineering Competencies // European International Journal of Pedagogics. 2025. Vol. 5. Is. 07. P. 64–68. DOI: 10.55640/eijp-05-07-15.
8. Миахова Н. Ш. Подходы к обучению химическим дисциплинам естественнонаучного и общепрофессионального циклов при подготовке инженеров химико-технологического направления // Казанский педагогический журнал. 2019. № 1. С. 50–54. EDN: YUJNOH.
9. Заболотная В. В. Проблема преемственности в структуре непрерывного обучения информатике в техническом вузе // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 6. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=27123> (дата обращения: 19.01.2026). EDN: YNXXUD.

10. Образовательные программы РГПУ им. А. И. Герцена. [Электронный ресурс]. URL: <https://opop.herzen.spb.ru/program/10302> (дата обращения: 19.01.2026).
11. Бойцова Т. Б., Исаева Е. И., Горбунова В. В., Левкин А. Н. Интеграция информационных технологий в преподавание общей химии в вузе // Современное образование: традиции и инновации. 2025. № 2. С. 68–71. DOI: <https://www.doi.org/10.51623/23132027.2502.068>. EDN: HQHTZM.
12. Бойцова Т. Б., Власова Е. З., Горбунова В. В., Исаева Е. И., Левкин А. Н. Внедрение информационных технологий в преподавание общей химии в педагогическом вузе // Современное образование и общество. 2025. № 1 (2). С. 38–45. DOI: 10.33910/3034-4255-2025-2-1-38-45.
13. Viitaharju P., Nieminen M., Linnera J., Yliniemi K., Karttunen A. J. Student experiences from virtual reality-based chemistry laboratory exercises // Education for Chemical Engineers. 2023. Vol. 44. P. 191–199. DOI: 10.1016/j.ece.2023.06.004.
14. Николаев А. А., Митрофанова А. В. Цифровизация на уроках химии: достижения, проблемы и перспективы // Cifra. Педагогика. 2025. № 2 (8). URL: <https://pedagogy.cifra.science/archive/2-8-2025-june/10.60797/PED.2025.8.7> (дата обращения: 19.01.2026). DOI: 10.60797/PED.2025.8.7.
15. Gavronskaya Y., Larchenkova L., Kurilova A., Gorozhanina E. Virtual Lab Model for Making Online Courses More Inclusive for Students with Special Educational Needs // International Journal of Emerging Technologies in Learning. 2021. Vol. 16. Is. 2. P. 79–94. URL: <https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/18755/8619> (дата обращения: 02.02.2026). DOI: 10.3991/ijet.v16i02.18755.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Статья подготовлена при финансовой поддержке внутреннего гранта РГПУ им. А. И. Герцена (проект № 68-ВГ «Химия и информатика: современные тенденции в подготовке учителя будущего»).

Financing: This research was supported by an internal grant from the Herzen State Pedagogical University of Russia (project No. 68-VG "Chemistry and Computer Science: Current Trends in Preparing the Teacher of the Future").