

ПРОБЛЕМЫ МЕТОДОЛОГИИ

УДК 378:539.143.43:543

DOI: 10.17853/1994-5639-2019-7-41-68

ОСВОЕНИЕ СТУДЕНТАМИ МЕТОДА АНАЛИЗА СТРУКТУРЫ ВЕЩЕСТВА КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ НАУЧНОГО МЫШЛЕНИЯ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Часть I

Л. А. Байкова¹, М. А. Косарева², Е. А. Никоненко³, В. В. Вайтнер⁴

*Уральский федеральный университет им. Б. Н. Ельцина,
Екатеринбург, Россия.*

*E-mail: ¹baikova@yandex.ru; ²89122269153@mail.ru;
³eanik1311@mail.ru; ⁴vaitner@yandex.ru*

А. Мажи

Университет Висва-Бхарати (Центральный), Сантаникетан, 731235, Индия.

E-mail: adinath.majee@visva-bharati.ac.in

Аннотация. Введение. В современном обществе знаний объем научно-прикладной информации, которой должен владеть выпускник вуза, продолжает непрерывно увеличиваться. Одновременно сокращается количество аудиторных часов, отпущенных на освоение образовательных программ, в пользу самостоятельной работы обучающихся. На этом фоне высшей школе выдвигается требование о повышении компетентности будущих специалистов, выполнить которое можно, только если тесно увязать содержание фундаментальных, специальных дисциплин всего цикла обучения и самостоятельной работы студентов, усилив их мотивацию к самообразованию и саморазвитию. И аудиторное, и самостоятельное освоение тем и разделов фундаментальных курсов, особенно химии, невозможно без формирования научного мышления обучающихся. Без умения мыслить научно сегодня сложно представить и деятельность большинства практиков-профессионалов: активная экспансия науки в профессиональную сферу имеет ярко выраженную тенденцию к возрастанию.

Цель статьи – показать на примере изучения одного из элементов программ по химии (метода анализа ядерного магнитного резонанса – ЯМР) возможности становления и развития научного мышления у студентов естествен-но-научных и технических направлений подготовки.

Методология и методы. Исследование выполнено с опорой на компетентностный, системный и междисциплинарный подходы. Использовались

методы анализа, синтеза, интеграции, дифференциации и компактификации фундаментальных знаний и учебного материала.

Результаты и научная новизна. Подчеркивается большой потенциал химического образования для формирования научного мировоззрения, предметного (химического), естественно-научного и целостного научного мышления. Однако обучение химии в вузе осложняется отсутствием унифицированной структуры фундаментальной подготовки, сохранением экстенсивного подхода к содержанию блока химических дисциплин, нерациональной организацией самостоятельной работы студентов, на которую сейчас приходится примерно половина учебного времени. Преодоление этих проблем лежит в плоскости диалектического единства фундаментальных и практико-ориентированных знаний, которое обеспечивается, если в обучении соблюдаются принципы преемственности и междисциплинарности. Чтобы придать целостность и системность содержанию образования, без которых нельзя сформировать у учащихся полноценную естественно-научную картину мира, необходимо дедуктивное структурирование учебного материала. Стержневым, начальным элементом профессиональной подготовки, стимулирующим становление рефлексивных навыков и научного мышления будущих специалистов, должно быть освоение студентами категориально-понятийного аппарата науки, последовательно и всесторонне раскрывающегося на протяжении вузовского цикла. Обозначены фазы развития научного мышления (формально-логическое, рефлексивно-теоретическое, гипотетико-дедуктивное мышление), которые четко не разграничиваются в силу взаимопроникновения и переплетения их составляющих и индивидуальности мыслительных процессов по скорости и качеству протекания. Однако выделение этих этапов позволяет структурировать и при необходимости корректировать содержание учебного материала с учетом характеристик и уровня подготовленности обучающихся.

Именно с этих позиций обоснована целесообразность более детального изучения в рамках дисциплин «Химия», «Общая химия», «Неорганическая химия» и «Аналитическая химия» метода ЯМР, часть материала о котором может быть проработана студентами самостоятельно. Метод, включающий основанные на одном явлении сотни разнообразных типов экспериментов, предназначенных для получения каждый раз какой-то конкретной специфической информации, широко используется как в научных, в том числе в магистерских, исследованиях, так и в самых разнообразных производственных сферах. Сегодня спектроскопия ЯМР признается самым мощным информативным и перспективным методом анализа строения вещества. Фундаментальность, междисциплинарность и универсальность метода позволяют сформировать у студентов при знакомстве с ним базовые профессиональные знания по физике, химии, медицине, биологии, технологии и экологии. Предлагается вариант компоновки учебной информации о ЯМР, согласно которому бакалавры сначала постигают азы анализа структуры вещества, осваивают систему ключевых понятий и терминов и, постепенно продвигаясь от формально-логичес-

ких к содержательным обобщениям, учатся научно объяснять явления и делать прогнозы, т. е. в итоге становятся обладателями гипотетико-дедуктивного мышления. Приобретенные таким образом компетенции являются залогом профессиональной грамотности, которая совершенствуется в магистратуре, когда полученные ранее в свернутом виде компактифицированные научные знания разворачиваются в форму, пригодную для оптимального решения конкретной исследовательской или практической задачи. Подобная схема профессиональной подготовки позволяет преодолеть традиционную ориентацию вузовских программ естественно-научного блока на усвоение перманентно прирастающей массы фактического материала.

Практическая значимость. Материалы статьи могут быть полезны методологам высшей школы, специалистам, занимающимся методическими разработками и организацией учебного процесса, вузовским преподавателям химии и смежных дисциплин, а также аспирантам и магистрантам химических и химико-технологических специальностей.

Ключевые слова: методология преподавания химии, научное мышление, химическое мышление, метод ядерного магнитного резонанса, физико-химический анализ, структурное строение вещества.

Для цитирования: Байкова Л. А., Косарева М. А., Никоненко Е. А., Вайтнер В. В., Мажи А. Освоение студентами метода анализа структуры вещества как способ формирования научного мышления будущих специалистов. Ч. I // Образование и наука. 2019. Т. 21. № 7. С. 41–68. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-7-41-68

STUDENTS' MASTERING OF STRUCTURAL ANALYSIS OF SUBSTANCE AS A METHOD TO FORM FUTURE SPECIALISTS' SCIENTIFIC THINKING

Part I

L. A. Baikova¹, M. A. Kosareva², E. A. Nikonenko³, V. V. Vaitner⁴

*Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin,
Ekaterinburg, Russia.*

*E-mail: ¹baikova@yandex.ru; ²89122269153@mail.ru;
³eanik1311@mail.ru; ⁴vaitner@yandex.ru*

A. Majee

Visva-Bharati (A Central University), Santiniketan-731235, India.

E-mail: adinath.majee@visva-bharati.ac.in

Abstract. Introduction. In today's knowledge society, the amount of scientific-applied information, which university graduates have to acquire, continues to increase continuously. There is a concurrent reduction in the number of study hours to undertake educational programmes in order to increase the hours for students' independent work. Against this background, higher school is required to increase future experts' competencies. Therefore, the content of fundamental and special disciplines of entire period of training and independent work of students should be thoroughly coordinated by increasing students' motivation to self-education and self-development. Classroom-based and independent learning of disciplines and sections of fundamental academic courses, especially chemistry, is impossible without formation of students' scientific thinking. Today, it is difficult to consider the activity of most professionals without the ability to think scientifically: active expansion of science into professional sphere has a strong tendency to be increased.

The *aim* of the present research is to show the possibilities of formation and development of scientific thinking in the students of natural-scientific and technical directions of education using the example of studying of one of the elements of programmes in chemistry (the method of nuclear magnetic resonance (NMR) analysis).

Methodology and research methods. The research was carried out on the basis of competency-based, systematic and interdisciplinary approaches. The methods of analysis, synthesis, integration, differentiation and compactification of fundamental knowledge and training material were used.

Results and scientific novelty. The high potential of chemical education for formation of scientific thinking, subject content (chemical), natural-scientific and holistic scientific thinking is emphasised. However, chemistry education in higher education institution is complicated by the absence of the unified structure of fundamental preparation, the preservation of extensive approach to the content of chemical disciplines, the irrational organisation of students' independent work, which now is accounted for a half of instructional time. Overcoming these problems lies in the dialectic unity of fundamental and practice-oriented knowledge, which is provided by the compliance with the principles of continuity and interdisciplinarity. It is necessary to provide deductive structuration of training material in order to give integrity and systemacity to the content of education, without which it is impossible to create a comprehensive natural-scientific picture of the world in students. The key initial element of vocational training stimulating the formation of reflexive skills and scientific thinking of future experts is mastering by students of a categorical-conceptual framework of science, which is consistently and comprehensively revealed throughout a high school stage of education. The authors designated phases of development of scientific thinking (formal-logical, reflexive-theoretical, hypothetico-deductive thinking), which are not clearly differentiated due to interpenetration and entanglement of their components and identity of thought processes in terms of their speed and quality. However, the allocation of these stages allows to structure

and to correct the content of educational material taking into account the characteristics and the level of students' readiness.

From these standpoints, the expediency of more detailed examination of the NMR method is proved within the disciplines such as "Chemistry", "General Chemistry", "Inorganic Chemistry" and "Analytical Chemistry" (a part of material about the NMR method can be worked out by students independently). This method, based on one phenomenon, includes hundreds of various types of the experiments, which are intended for receiving particular information. The NMR method is widely used both in scientific research, including master's thesis, and in the most various manufacturing spheres. Today, the spectroscopy of NMR is recognised as the most powerful informative and perspective method of structural analysis of substance. The fundamental nature, interdisciplinarity and universality of the method provide students with basic professional knowledge on physics, chemistry, medicine, biology, technology and ecology. The authors of the present research propose the option of configuration of educational information on NMR. According to the suggested version, the principle of work is the following: firstly, bachelors study the system of key concepts and terms, moving gradually from formal-logical to substantial generalisations; then, students learn to explain the phenomena scientifically and to make forecasts, and, as a result, they become the "owners" of hypothetico-deductive thinking. The acquired competencies are the key to professional literacy, which is improved in master's degree programme, when the previously compactified scientific knowledge in a contracted form is developed in the form suitable for an optimal solution of a particular research or practical aim. The similar scheme of vocational training makes it possible to overcome traditional orientation of high school programmes of the natural-science block (i.e. retention of permanently growing amount of factual material).

Practical significance. The research materials can be useful for methodologists of the higher school, for experts engaged in methodological development and the organisation of educational process, for high school teachers of chemistry and related disciplines, for post-graduate students and master's students of chemical and chemico-technological specialties as well.

Keywords: methodology of chemistry teaching, scientific thinking, chemical thinking, method of nuclear magnetic resonance, physico-chemical analysis, structural composition of substance.

For citation: Baikova L. A., Kosareva M. A., Nikonenko E. A., Vaitner V. V., Majee A. Students' mastering of structural analysis of substance as a method to form future specialists' scientific thinking. Part I. *The Education and Science Journal*. 2019; 7 (21): 41–68. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-7-41-68

Введение

Социологические исследования и содержание официальных документов указывают на то, что одним из наиболее слабых мест российского высшего образования является практическая подготовка выпускников вузов (см., например, [1–5]). Так, по данным доклада Мирового банка, в российских вузах до сих пор сохраняются формальная передача студентам академических (теоретических) знаний и ориентация на заучивание фактов; недостаточно внимания уделяется развитию умений использования теории для решения прикладных задач, а также навыков поиска решения возникающих проблем¹. Следствием консервативности преподавания теоретических дисциплин, непродуманной организации учебного процесса становятся неудовлетворительный уровень компетентности молодых специалистов и непозволительно долгий срок вхождения их в профессию после окончания вуза, что не может не вызывать недовольства работодателей.

Согласно опросу, проведенному в 2014 г. рекрутинговым порталом для молодых специалистов Career.ru, в котором участвовали 1614 студентов и 682 работодателя, большинству выпускников вузов (59%), по их собственному признанию, для успешного начала карьеры не хватает, в первую очередь, опыта практической работы. Всего 44% студентов выпускных курсов заявили, что обладают всеми необходимыми компетенциями. Однако с ними согласились лишь 9% работодателей². Получается, что, с точки зрения работодателей, которые тоже в прошлом являются выпускниками высшей школы, эффективность обучения специалистов не только стагнирует, но и снижается.

Актуальной, коррелирующей с указанной выше проблемой высшего образования является рассогласованность деятельности теоретических и выпускающих кафедр [6]. По сути, речь идет об отсутствии целостности и преемственности содержания обучения в вузе.

К основным принципам отбора учебного материала по дисциплине обычно относят его соответствие федеральному государственному стандарту высшего профессионального образования и целям образовательной программы, а также возможность установления интегральных связей между фундаментальными и профессиональными знаниями. Другими сло-

¹ Требование работодателей к текущим и перспективным профессиональным компетенциям персонала // Информационный бюллетень. Мониторинг экономики образования. 2014. № 1 (75). С. 28.

² Как работодатели оценивают современных выпускников [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://career.ru/article/15186> (дата обращения: 20.10.2018).

вами, формирование у студентов профессиональных компетенций в ходе освоения ими содержания специальных дисциплин должно осуществляться на основе системного обобщения и прикладного использования фундаментальных, методологически значимых знаний – ведь известно, что без хорошего фундамента здание падает. Если студент не может применять теорию на практике – значит, он не способен или не научен логически мыслить. Причиной беспомощности обучающегося может быть или отсутствие согласованности между фундаментальной и профессиональной составляющими образования, или плохая организация учебного процесса – его значительную долю в настоящее время составляет самостоятельная работа, которая должна осуществляться не спонтанно, а под наблюдением и руководством преподавателя [7, 8]. Синтез компонентной структуры дисциплинарных компетенций, выбор эффективных способов их формирования и средств контроля на базе рабочей программы дисциплины, осуществляемый преподавателем в определенном компетентностном формате, нереален без тесного взаимодействия с самостоятельной работой студентов и возможностей ее коррекции.

На наш взгляд, в условиях стремительного развития информационного общества, непрерывного приращения знаний, неизбежно приводящего к увеличению объема прикладного материала, который должен быть усвоен студентами, и одновременного сокращения аудиторных часов на изучаемые предметы в пользу самостоятельной работы обучающихся, требуется не только скоординированность деятельности общих, теоретических и выпускающих кафедр, но и привлечение к руководству подготовкой ВКР (выпускных квалификационных работ) преподавателей фундаментальных дисциплин. Разумеется, необходим и поиск новых, соответствующих изменившимся реалиям методов, методик и технологий обучения.

Таким образом, очевидно, что выпускникам для конкурентоспособности на рынке труда может не хватать не только практических навыков, но и теоретического фундамента, на котором базируется решение практических задач.

Фундаментальные знания – основа естественно-научной картины мира, складывающейся из математических, физических, химических, биологических теорий и законов, которые в единстве создают общее концептуальное видение окружающих реалий. Целостность научных представлений у человека предполагает наличие у него научного мышления, характеризующегося, кроме объективности, системности, способности к анализу и синтезу, нацеленностью в будущее – умением конструировать его из приобретенных знаний.

Важнейшей составляющей естественно-научного знания является химия – наука о составе, внутреннем строении и превращениях вещества, а также о механизмах этих превращений. Ключевую роль в обеспечении устойчивого развития науки, производства, различных секторов экономики и общества в целом играет аналитическая химия, предоставляющая необходимую информацию о материальном мире (о химическом составе и строении веществ), значимость которой трудно переоценить: она нужна для обеспечения должного качества сырья и продукции различных отраслей промышленности (например, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей, пищевой, фармацевтической, полимерной индустрии и др.), возможности управления технологическими процессами, решения актуальных вопросов в области экологии, здравоохранения и пр.

Мы поставили перед собой задачу обосновать целесообразность более детального изучения в рамках самостоятельной подготовки студентов, осваивающих дисциплины «Химия», «Общая химия», «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», одного из методов анализа вещества – метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР), широкого используемого как в научных исследованиях, в том числе при написании магистерских диссертаций (в связи с имеющимся в вузах оборудованием), так и в самых разнообразных производственных сферах. Выбор данного элемента учебных программ по химии для выполнения выдвинутой научно-методической задачи далеко не случаен: «В силу фундаментальности явления и универсальных возможностей ядерного магнитного резонанса для анализа вещества, данный метод может быть принят как объединяющий разные науки в едином междисциплинарном подходе к анализу вещества и явлений естествознания. Его возможно использовать и в качестве образовательной дисциплины для формирования образовательных технологий, позволяющих заложить базовые знания по физике, химии, медицине, биологии, технологии и экологии» [9].

Изучение метода ЯМР позволяет студентам овладеть очень важными профессиональными компетенциями, «включающими способность и готовность использовать теоретические и практические знания, умения и навыки в профессиональной деятельности, стремление к обновлению и пополнению профессиональных знаний, осознание их ценности» [10, с. 74], и сформировать у будущих специалистов научное мышление, без которого сегодня становится немислима деятельность практика-профессионала. «Наука и ее методы не только породили принципиально новые области профессиональной деятельности, но и стали неотъемлемой частью многих традиционных специальностей. Экспансия науки в сферу профессиональной деятельности имеет

тенденцию к возрастанию. В результате этого процесса возникли особые требования к качествам работников: системность мышления, способность к анализу и синтезу, к творчеству, исследовательские навыки, общий и профессиональный кругозор» [11, с. 39–40].

Проблемы преподавания химии и формирования научного мышления студентов средствами данной дисциплины: обзор литературы

Технологии и методики преподавания химии в вузах постепенно совершенствуются. Однако качественное обучение этому предмету невозможно без параллельного формирования целостного научного мышления студентов, позволяющего им должным образом понимать и усваивать суть учебного материала для последующего его использования в образовании и трудовой деятельности.

Научным мышлением называют мышление, нацеленное «на познание глубинной сущности реального мира и соответствующее критериям доказательности, объективности, системности»¹. Но, несмотря на обилие психологических и педагогических исследований, «все еще отсутствует четкое представление о категории “мышление”, не выделены типы мышления, раскрыты не все способы развития мышления обучаемых» [12, с. 472]. В статье А. В. Дубицкой и С. А. Коробковой рассматривается естественно-научное мышление, трактуемое авторами как «процесс, в основе которого лежит обобщение разносторонних теоретических знаний в результате переноса фундаментальных естественно-научных понятий, концептуальных теоретических положений, закономерностей или методов одной дисциплины на предмет изучения других дисциплин естественно-научной области. <...> Особенности основных форм научного мышления (естественно-научного, математического, технического, общественно-научного) определяются предметной стороной научного знания» – его предметным содержанием, понятийным аппаратом, средствами и приемами [Там же, с. 474].

На этом фоне правомерно говорить о существовании предметного химического мышления, на чем настаивает, например, Е. В. Волкова: «Специфическая особенность химии как учебного предмета состоит в том, что ее очень трудно вызубрить (такое возможно только для обладателей высокого IQ), но легко усвоить, научившись предметному мышлению. <...> целенаправленное формирование химического мышления ведет за

¹ Научное мышление и его истоки [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://oplib.ru/random/view/798500>

собой развитие интеллекта» [13, с. 57]. Под химическим мышлением Е. В. Волкова понимает: «1) способность вычленять химические объекты и их характеристики; 2) способность сопоставлять друг с другом в различных направлениях химические объекты и их характеристики; 3) способность определять диапазон направлений этого сопоставления в зависимости от условий задач» [Там же, с. 49]. На наш взгляд, этот перечень способностей описывает интерпретированные применительно к химии свойства научного мышления. Частью последнего является, наряду с математическим, техническим, общественно-научным, естественно-научное мышление, а его составляющими, в свою очередь, выступают разновидности профессионального мышления специалистов в области физики, биологии, химии. Данная градация вполне оправдана, поскольку очевидно, что «необходимое условие профессиональной деятельности – наличие предметно-ориентированного варианта мировоззрения. Его выработка отнюдь не сводится к обучению навыкам профессиональных действий, а требует целенаправленного и глубокого освоения учащимся особого способа мышления» [14, с. 20]. «Например, химик, действуя как профессионал, интерпретирует поступающую из природного мира информацию уже на стадии восприятия и осознания в специальной кодовой системе – химическом мышлении и химическом языке» [Там же]. Таким образом, индикатором и ядром профессиональной компетентности специалиста служит сформированное предметно-ориентированное (обусловленное избранной сферой занятости) мышление; для химика этим индикатором и ядром будет химическое мышление (рис. 1).



Рис. 1. Химическое мышление как центральный структурный компонент профессионального мышления специалиста в области химии

Fig. 1. Chemical thinking as a central structural component of professional thinking of a specialist in the field of chemistry

Для развития научного предметно-ориентированного (профессионально-ориентированного) мышления нужна систематизация содержания теоретических и практических дисциплин вузовского цикла обучения, что

в условиях уровневой дифференциации высшего образования среди прочего означает преемственность как между программами бакалавриата и магистратуры, так и между фундаментальными, общепрофессиональными и специальными курсами. Поэтому, чтобы сформировать научное мышление у студентов естественно-научных и технических направлений подготовки, повысив тем самым качество их обучения, следует:

1) разработать современные методологию и концепцию профессиональной направленности содержания теоретических курсов;

2) обеспечить преемственность изучения теоретических дисциплин исходя из реальной востребованности соответствующих знаний на разных курсах, включая выпускающий [6, с. 67].

На необходимость преемственности обучения в высшей школе указывается в многочисленных публикациях (см., например, [15–22]). Именно с этих позиций в нашей работе рассматривается освоение студентами метода ЯМР-спектроскопии, широко применяющегося в химии, физике, биологии, медицине, а потому изучающегося на разных специальностях вузов. Метод достаточно сложен: если бакалавров принято знакомить только с его основами, то магистры в силу нацеленности их подготовки на исследовательскую деятельность должны уметь квалифицированно использовать его на практике.

Знакомство с основами метода в бакалавриате не означает, однако, отсутствия внимания к формированию исследовательских навыков и научного мышления на этой ступени подготовки. Анализируя процесс развития исследовательских компетенций в двухуровневой модели высшей школы, С. Н. Лукашенко подразделяет их на исполнительские (бакалавриат), направленные на решение конкретных задач, и собственно научно-исследовательские (магистратура). К этим компетенциям он относит «наличие способностей»:

- видеть и формулировать проблему, определять цель исследования;
- понимать и обосновывать актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость задач исследования;
- выдвигать и обосновывать гипотезы, планировать решение, используя готовые и собственные алгоритмы и схемы;
- самостоятельно осваивать новые методы исследования, приобретать знания, в том числе с помощью информационных технологий;
- проводить исследование по готовой или самостоятельно разработанной программе;
- представлять результаты своей работы или известные научные достижения» [10, с. 76].

Химия как рациональная наука, где «даже гипотезы имеют чисто рациональный характер» [23, с. 89], как нельзя лучше подходит для становления и развития перечисленных способностей. С одной стороны, «химическое научное знание сформировано из теорий, законов и закономерностей, формулировки которых исключают множественное толкование и которые многократно подтверждены и проверены на практике. Как для любой естественной науки, для химии имеют большое значение проверяемость, достоверность и воспроизводимость результатов, доказательность знания, соответствие научных теорий и наблюдаемых фактов» [Там же]. С другой стороны, «химия – это наука экспериментально-теоретическая. Изучение веществ и процессов в этой области основано на анализе фактов, полученных в результате эксперимента, и их теоретическом объяснении и обобщении. Если факты можно объяснить на основе уже имеющихся законов и теорий, они служат подкреплению этих законов и теорий. Но наиболее интересны факты, которые противоречат существующим теориям. И тогда поиск их объяснения приводит к открытию новых законов, созданию новых теорий. Такова логика химических открытий – в сочетании индуктивного (обобщение накопленных фактов) и дедуктивного (применение теорий и законов к объяснению фактов) путей исследования» [24, с. 23]. Поэтому, «полностью признавая огромную практическую значимость химии и все ее достижения в этой области, невозможно согласиться с пренебрежительным отношением к познавательной, мировоззренческой и общекультурной роли химической науки в современной цивилизации» [25, с. 93]).

Химия и ее раздел – аналитическая химия включены в перечень основных компонентов профессиональной подготовки студентов всех естественно-научных и технических специальностей, что зафиксировано как в ФГОС ВО, так и в ряде профессиональных стандартов. Получившие соответствующее образование выпускники разных вузов должны, пусть и в неодинаковой, но в достаточной для приобретенной квалификации и специальности мере, владеть информацией о современных методах анализа и контроля химического состава вещества, понимать специфику этих методов и представлять границы их применимости¹.

Вопросам методологии и методики преподавания химии и аналитической химии в российских вузах посвящено немало публикаций (см., например, [26–32] и др.). Тем не менее многие проблемы, как говорилось вы-

¹ Косарева М. А., Байкова Л. А., Никоненко Е. А., Вайтнер В. В. Формирование научного мышления у студентов на основе освоения методов анализа вещества // Образование и наука. 2018. Т. 20. № 4. С. 84–113.

ше, остаются нерешенными. Среди них и нерациональная организация самостоятельной работы студентов [33], и отсутствие унифицированной структуры их фундаментальной подготовки, выстраивание которой осложняется сохранением экстенсивного подхода к содержанию химии как учебной дисциплины, ее традиционной ориентацией на усвоение перманентно приумножающейся массы фактического материала при очевидной тенденции сокращения аудиторных часов. А. Я. Юффа и С. А. Паничев еще полтора десятилетия назад писали о том, что «количественные изменения, наиболее ярко выразившиеся в многократном увеличении за последние десятилетия “материала” химии, предлагаемого к изучению в сложившейся практике высшего химического образования, достигли той критической отметки, за которой неизбежен качественный скачок» [25, с. 97]. Однако воз и ныне там...

Кроме того, Г. И. Егорова, исследуя возможности развития интеллектуальных способностей студентов технического вуза в процессе их обучения химии, выделяет следующие «противоречия: между возрастающими требованиями к качеству химических знаний и умений будущих специалистов и низким уровнем развития интеллектуальных возможностей современного студента; между необходимостью получать фундаментальные химические знания и сложившейся практикой обучения химии в вузах, при которой развитие интеллектуальных возможностей осуществляется не целенаправленно; между естественными потребностями студентов в развитии интеллектуальных возможностей и отсутствием методики организации процесса в техническом вузе, слабым использованием развивающих функций химических дисциплин в его образовательном пространстве»¹.

Д. И. Мычко, характеризуя ситуацию, сложившуюся в настоящее время в области химического образования, снижением его уровня, констатирует: «Отсутствие у учащихся должного уровня владения языком химии привело к их неспособности декодировать тексты учебника, задачи, тестовые вопросы» [29, с. 99].

Добавим к сказанному, что в последние годы наблюдается дисбаланс между разнообразием предлагаемых издательствами учебных материалов и их реальным использованием студентами. Это создает дополнительные барьеры для эффективной организации учебного процесса, прежде всего – для той его части, которая отводится на самостоятельную работу, составляющую сейчас до 50% учебного времени. Обучающиеся стали меньше посещать библиотеки и больше уповать на Интернет. Доступ-

¹ Егорова Г. И. Развитие интеллектуальных возможностей студентов при обучении химии в техническом вузе: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Москва, 2009.

ность и открытость учебно-научной информации, безусловно, открывает широкие возможности для самообразования. Однако ее избыток без четких обозначений адресата (а иногда и авторства) может принести как пользу, так и вред неискушенному и неподготовленному пользователю: в виртуальном образовательном пространстве нередко обнаруживаются специализированные статьи, которые либо некорректны с научной точки зрения, либо изложены малодоступным для обучающихся языком, следствием чего становятся поверхностные и/или искаженные знания. В связи с этим возрастает роль преподавателя, который призван не только и не столько обеспечить студентов достаточной и достоверной информацией (хотя данная его функция, конечно, сохраняется), сколько вооружить их методическим инструментарием для работы с ней.

К настоящему моменту по объективным причинам для химических дисциплин не существует универсальных методик реализации самостоятельной работы студентов, ведущейся параллельно с аудиторным обучением, поэтому конструирование таких методик – актуальная педагогическая задача. При планировании самостоятельных занятий следует учитывать уровень знаний студентов и их готовность к автономному труду; наличие, доступность и качество учебно-методических и справочных источников; продумать формы консультационной поддержки; наконец, правильно отобрать материал для самостоятельного освоения. Безусловно, содержание обязательной для каждого студента самостоятельной работы определяется программой и учебным планом. Вместе с тем в свете перегруженности программ по химии (впрочем, как и по другим предметам) у преподавателя есть большой выбор, от которого во многом будет зависеть результативность обучения. Важно и структурирование отобранной учебной информации, принципы которого хорошо известны: компоновка содержания вокруг базовых понятий и методов; систематичность и логическая последовательность изложения; целостность и практическая значимость содержания; наглядность его представления¹.

С точки зрения А. Я. Юффа и С. А. Паничева, «содержание химического образования целесообразно переориентировать с изучения “материала” на эффективное и полное освоение учащимися химического языка, его “лексики и синтаксиса”, а также способов их увязывания с химической практикой, поскольку именно это составляет сущность квалифицированного специалиста-химика. <...> Ядро содержания химии как учебной дисциплины должно

¹ Бабанский, Ю. К. Избранные педагогические труды. Москва: Педагогика, 1989. 558 с. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://elib.gnpbu.ru/text/babanskiy_izbrannye-pedagogicheskie-trudy_1989/

составлять *компактифицированное знание*. Это знание выражается не в совокупности конкретных сведений, непосредственно отражающих свойства конкретных химических систем и процессов, а в логически стройной системе понятий, классификационных схем и теоретических конструкций. Высокая степень обобщения, присущая таким средствам выражения, позволяет <...> организовать учебный процесс на базе логической структуры химии, увязывающей ее понятия в стройную систему» [25, с. 98–99].

Необходимого качества образования специалистов естественно-научного профиля, по мнению С. А. Паничева, можно добиться, если ведущей целью фундаментальной подготовки будет личностное, общенаучное и профессиональное развитие студентов до уровня «профессиональной грамотности», который служит основой для приобретения «профессиональной компетентности» (фундаментальные знания дополняются знаниями, приобретаемыми на специальных и элективных курсах, во время практик и самостоятельной работы) и включает в себя сформированные профессиональный менталитет (общечеловеческие и профессиональные ценности, идеалы, убеждения, цели), научное мышление и научный язык (категории и понятия, значения и модусы, способы формулирования и интерпретации, методы компактификации (т. е. содержательного обобщения) и развертывания знаний) с учетом их профессиональной специфики. В качестве содержательного ядра подготовки, обеспечивающей нужный уровень профессиональной грамотности, предлагается использовать педагогически адаптированную категориально-понятийную структуру как естествознания в целом, так и отдельных профильных дисциплин, а в качестве необходимого средства выражения и коммуникации – профессиональный научный язык как относительно самостоятельный элемент содержания. К структурированию содержания образования нужен не традиционный индуктивный, а дедуктивный подход, когда первым элементом обучения является освоение студентами категориально-понятийного аппарата науки, который последовательно и всесторонне раскрывается в учебном процессе, что способствует становлению рефлексивно-теоретического мышления специалиста¹.

«Быстрое разрастание объема эмпирического материала, включаемого в программы дисциплин, и ограниченный ресурс учебного времени уже не позволяют процессу индуктивного обобщения выйти за рамки отдельной дисциплины. Решение этой проблемной ситуации может быть найдено на пути перехода к дедуктивному принципу построения как от-

¹ Паничев С. А. Дедуктивный подход к структурированию содержания высшего естественнонаучного образования: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Тюмень, 2004.

дельных учебных дисциплин, так и всей образовательной программы по специальности», – считает С. А. Паничев [14, с. 19]. В диссертационном исследовании данного автора предлагается вариант учебного плана, составленного согласно принципу дедуктивной организации содержания обучения и ориентированного на категориально-понятийную структуру научной дисциплины (на примере химии) (рис. 2).

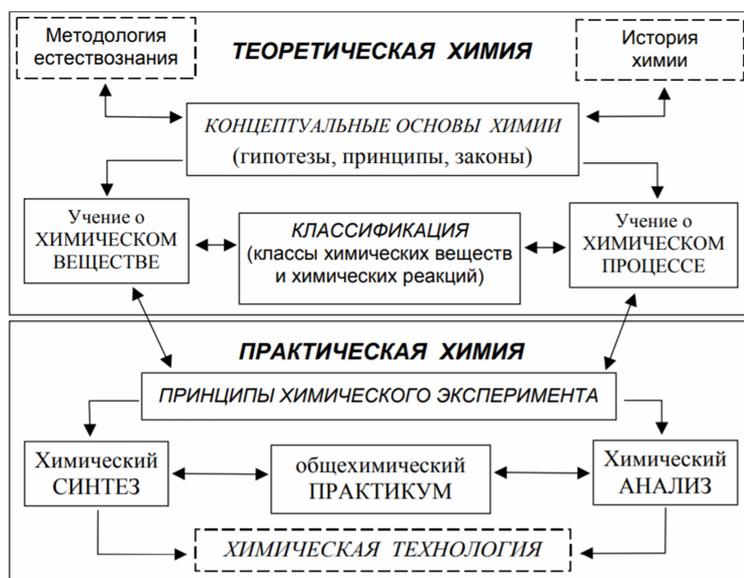


Рис. 2. Построение учебного плана на уровне фундаментальной подготовки, ориентированного на категориально-понятийную структуру научной дисциплины, лежащей в основе специальности (на примере химии)¹
 Fig. 2. Building a curriculum at the fundamental level of training focused on the categorical-conceptual structure of the scientific discipline underlying the specialty (on the example of chemistry)

Теоретический блок представленной на рис. 2 модели фундаментальной подготовки по химии нацелен на освоение взаимосвязанных единиц категориально-понятийного аппарата дисциплины (терминов, понятий, специальной символики, классификационных схем и т. п.), которые вводятся посредством конкретного эмпирического материала (сведений о свойствах химических веществ и реакций), достаточного и необходимого по объему для уяснения этих единиц и связей между ними. Для сознательного и надежного усвоения содер-

¹ Паничев С. А. Дедуктивный подход к структурированию содержания высшего естественнонаучного образования: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Тюмень, 2004.

жания учений о химическом веществе, химическом процессе и раздела «Химическая классификация» их изучению предшествует раздел «Концептуальные основы химии», посвященный анализу методологических гипотез, принципов, правил. Курсы «Общие вопросы естествознания» и «История химии» вырабатывают правильную ориентацию учебной деятельности студентов. Учебная информация, имеющая общую логическую структуру, может и должна отличаться по глубине и насыщенности в разных по направлению подготовки студенческих аудиториях. Так, химики изучают предмет максимально глубоко; для биологов и физиков целесообразно обучение, обеспечивающее грамотное использование готовых методов и инструментария химии; для математиков и гуманитариев приемлемо обзорное изложение курса, позволяющее понимать суть химической деятельности, специфику химических задач и методов. Опыт применения усвоенной теории студенты получают при решении практических задач и приближенных к производственным реалиям проблем (практический блок), анализ которых требует понимания и осмысленного использования профессионального языка, являющегося ключом к овладению всем арсеналом научных достижений в данной области.

Нами была предпринята попытка спроецировать подобный подход к изучению химии на процесс формирования у студентов научного профессионально-ориентированного мышления при освоении ими теории и практических навыков в области спектromетрии ЯМР – наиболее информативного метода анализа структуры вещества.

В качестве образца для построения содержания раздела (или отдельного курса – в зависимости от программы по химии конкретной специальности и направления подготовки), в котором раскрывается сущность и предназначение метода, основанного на явлении ядерного магнитного резонанса, мы воспользовались приведенной выше моделью, точнее – ее структурным принципом, изменив наполнение теоретического и практического блоков в соответствии с особенностями материала, подлежащего изучению и усвоению студентами (рис. 3).

Включение в теоретическую часть раздела ретроспективных сведений о методе, информации о его роли, перспективах и значимости для развития естествознания (как и всякое другое обращение к истории науки и общим методологическим вопросам, предваряющее изучение того или иного материала, а в идеале и подытоживающее его) дает возможность сформировать правильные установки у обучающихся для последующей самостоятельной ориентации в познавательной и практической деятельности, продемонстрировать студентам типологию профессиональных задач и методов, показать междисциплинарные взаимосвязи естественно-научных, математических

и технических дисциплин. Построенное согласно дедуктивному подходу содержание непосредственно теории спектроскопии ЯМР будет варьироваться по объему и сложности для разного контингента студентов, которые в процессе изучения раздела в любом случае должны получать целостные фундаментальные, а не разрозненные представления о строении вещества, его свойствах и классах, химических процессах, их принципах и законах. Избежать фрагментарности позволяет педагогически адаптированная категориально-понятийная структура дисциплины, скрепляющая весь теоретический и практический учебный материал.

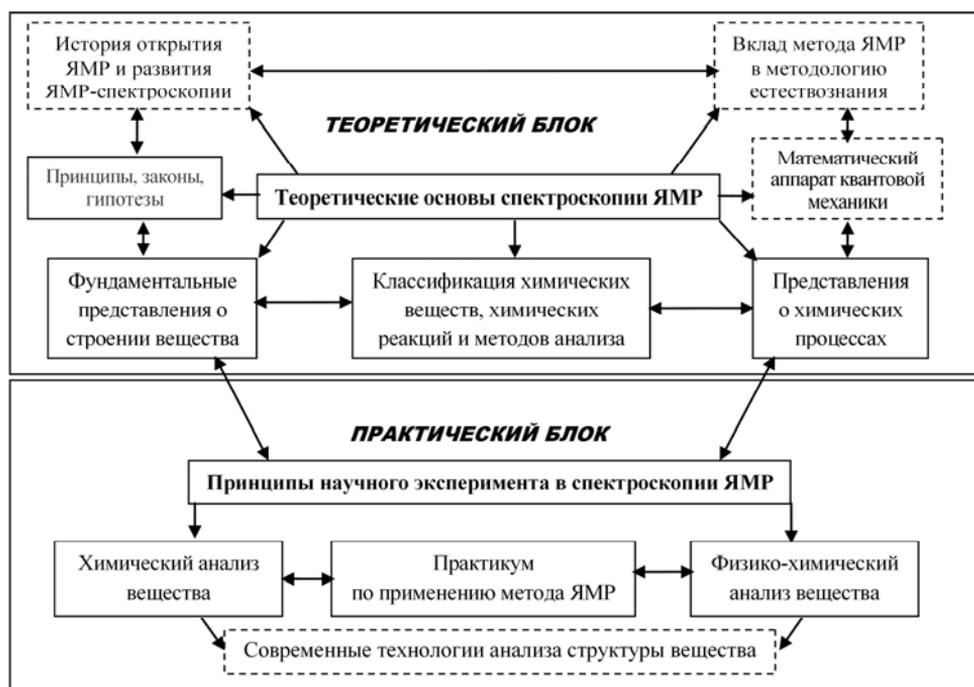


Рис. 3. Построение на уровне фундаментальной подготовки содержания раздела / курса «Спектроскопия ЯМР», ориентированного на категориально-понятийную структуру осваиваемой научной дисциплины

Fig. 3. Construction of the content of the section / course "NMR Spectrometry", focused on the categorical-conceptual structure of the mastered scientific discipline, at the level of fundamental preparation

Практический блок освоения метода ЯМР подразумевает знакомство с принципами научного эксперимента и формирование умений и навыков проведения спектроскопии. Обращение к экспериментальным методам познания и использование их в учебном процессе способствует бо-

лее эффективному и четкому уяснению сущности подлежащих усвоению понятий и теорий и позволяет студентам делать большее количество обоснованных выводов по поводу изучаемых объектов. Таким образом, эксперимент должен быть не только и не столько иллюстрацией химических явлений и процессов, сколько активным катализатором мыслительной деятельности обучающихся.

Практикум по применению метода ЯМР, осуществляющийся параллельно с освоением теории, предполагает выполнение лабораторных работ и решение практико-ориентированных задач, при выборе которых преподавателю также следует учитывать профильную специальность обучающихся. Важно, чтобы в ходе накопления необходимой конкретной информации у студентов приумножался опыт проведения самостоятельных исследований, развивалась способность видеть как внутри- и междисциплинарные взаимосвязи, так и всю иерархию фундаментальных концепций современного естествознания, включенную в контекст общечеловеческой культуры.

(продолжение в следующем номере журнала)

Список использованных источников

1. Бровкин А. В. Проблемы современной российской системы высшего образования и пути их решения в интересах всех участников образовательного процесса // Современное образование [Электрон. ресурс]. 2018. № 2. С. 1–8. DOI: 10.25136/2409–8736.2018.1.25053. Режим доступа: http://e-notabene.ru/pp/article_26398.html (дата обращения 11.05.2018)
2. Скачкова А. С. Производственные практики в вузах: обоснование необходимости и методика эффективной организации // Образовательные технологии. 2013. № 3. С. 136–143.
3. Недосека Е. В. Профессионально-практическая подготовка в вузе как фактор социальной адаптации к профессиональной деятельности // Регионоведение. 2009. № 1. С. 123–128.
4. Гусева Е. В., Скурлатов В. В., Суркин М. Ю. Межпредметная интеграция как средство профилизации обучения // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. А. В. Хрулева. 2015. № 1. С. 141–146.
5. Лебедева Е. Н., Афонина С. Н., Гирина Л. В., Мачнева И. В., Никоноров А. А. Элективные курсы в преподавании биохимии как одна из форм интерактивного обучения на фармацевтическом факультете // Медицинский вестник Башкортостана. 2016. Т. 11, № 5 (65). С. 153–155.
6. Баринов Э. Ф. Вариативный курс на теоретической кафедре как базис формирования профессиональных компетенций врача // Образование и наука. 2018. Т. 20, № 4. С. 64–83.

7. Байгужина С. К., Кабдуова А. К., Шамбилова Н. А. Самостоятельная работа студентов под руководством преподавателя на кафедре микробиологии // Медицина и экология. 2016. № 1. С. 111–113.

8. Занин С. А. Самостоятельная работа студентов как необходимый компонент формирования компетенций при изучении нормальной физиологии человека // Международный журнал экспериментального образования. 2014. № 10. С. 133–135.

9. Кашаев Р. С. Развитие науки и образования на основе междисциплинарного подхода к применению метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР) // Успехи современного естествознания. 2011. № 2. С. 82–87 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=15933> (дата обращения: 19.01.2019).

10. Лукашенко С. Н. Модель развития исследовательской компетентности студентов вуза в условиях многоуровневого обучения (на примере изучения математических дисциплин) // Образование и наука. 2012. № 1 (90). С. 73–85.

11. Карпов А. О. Научное познание и системогенез современной школы // Вопросы философии. 2003. № 6. С. 37–53.

12. Дубицкая Л. В., Коробкова С. А. Развитие естественнонаучного мышления средствами контекстного обучения физике // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 2. С. 471–475 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://top-technologies.ru/pdf/2016/2-3/35655.pdf> (дата обращения: 19.01.2019).

13. Волкова Е. В. О химическом мышлении и методах его исследования // Естественнонаучное образование: новые горизонты: сборник статей / под общ. ред. В. В. Лунина, Н. Е. Кузьменко. Москва: МГУ, 2017. С. 44–58.

14. Паничев С. А. Дедуктивный принцип обучения в высшем естественнонаучном образовании // Педагогика, 2004. № 8. С. 18–28.

15. Зотов А. Ф. Преемственность научного знания и принцип соответствия // Проблемы истории и методологии научного познания. Москва: Наука, 1974.

16. Литвинова Т. Н., Быков И. М., Корочанская С. П. Реализация принципа преемственности при изучении химических дисциплин с целью совершенствования химического образования в системе медицинского вуза // Успехи современного естествознания. 2009. № 9. С. 41–43.

17. Василевская Е. И., Сечко О. И. Преемственность системы непрерывного химического образования: школа – вуз // Образование через всю жизнь: непрерывное образование в интересах устойчивого развития: сборник статей Международной научной конференции. С. Петербург, 2013. С. 275–277 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/continuity-in-the-system-of-permanent-chemical-education-school-higher-educational-institution> (дата обращения: 19.01.2019).

18. Briggs A. R. J., Clark J., Hall I. Building bridges: understanding student transition to university // Quality in Higher Education. 2012. № 18 (1). P. 3–21. DOI: 10.1080/13538322.2011.614468

19. Dalziel J. R., Peat M. Academic performance during student transition to university studies. 1998. Available from: http://www.sydney.edu.au/science/uniserve_science/workshop/fye/mpjd.pdf (date of access: 15.01.2019).

20. Malcolm J., Zukas M. Bridging pedagogic gaps: Conceptual discontinuities in higher education // *Teaching in Higher Education*. 2001. № 6 (1). P. 33–42.

21. Markic S., Eilks I. A mixed methods approach to characterize the beliefs on science teaching and learning of freshman science student teachers from different science teaching domains // *Contemporary science education research: teaching. A collection of papers presented at ESERA 2009 Conference* / eds. M. F. Taşar, G. Çakmakci. Ankara, Turkey: Pegem Akademi, 2010. P. 21–28.

22. Seeman M. Alienation motifs in contemporary theorizing: The hidden continuity of the classic themes // *Social Psychology Quarterly*. 1983. № 46 (3). P. 171–184.

23. Михайлов Л. А., Беспамятных Т. А., Баленко Ю. К. Концепции современного естествознания: учебник для вузов / под ред. Л. А. Михайлова. С.-Петербург: Питер, 2012. 336 с.

24. Чернобельская Г. М. Методика обучения химии в средней школе. Москва: ВЛАДОС, 2000. 336 с.

25. Юффа А. Я., Паничев С. А. Проблемы и перспективы высшего химического образования // *Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества им. Д. И. Менделеева)*. 2003. Т. XLVII, № 2. С. 93–99.

26. Сироткин О. С., Сироткин Р. О. О концепции химического образования // *Высшее образование в России*. 2001. № 6. С. 137–139 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-kontseptsii-himicheskogo-obrazovaniya>

27. Сироткин О. С. Традиционная методология преподавания химии: проблемы, недостатки и причины ее использования в XXI веке (обзор) // *Инновации в преподавании химии: сборник научных и научно-методических трудов V Международной научно-практической конференции*. Казань: Казанский университет, 2014. С. 272–277.

28. Золотов Ю. А. О преподавании аналитической химии // *Журнал аналитической химии – Journal of Analytical Chemistry*. 2011. Т. 66, № 3. С. 3.

29. Мычко Д. И. Вопросы методологии и истории химии: от теории научного метода к методике обучения: пособие. Минск: БГУ, 2014. 295 с.

30. Кельнер Р. и др. Аналитическая химия: проблемы и подходы: в 2 т. / под ред. Р. Кельнера, Ж. М. Мерме, М. Отто и М. Видмера. Москва: Мир: АСТ, 2014. Т. 1. 608 с.; Т. 2. 768 с.

31. Саламов А. Х., Бокова Л. М., Инаркиева З. И., Ужахова Л. Я. Пути совершенствования преподавания аналитической химии в вузе // *Актуальные вопросы современной науки: материалы XXIII Международной научно-практической конференции*. Москва, 2014. С. 42–45.

32. Шеховцова Т. Н., Вершинин В. И. Какой должна быть профессиональная подготовка аналитика в классических университетах? // *Журнал аналитической химии – Journal of Analytical Chemistry*. 2001. Т. 56, № 1. С. 93–100.

33. Хамитова А. И., Иванов В. Г. Формы организации обучения общей и неорганической химии в химико-технологическом вузе через призму самостоятельной работы студентов // *Известия РГПУ им. А. И. Герцена*. 2008. № 48. С. 115–132.

34. Гильманшина С. И. Непрерывное химическое образование: формирование научного мышления // Научное обозрение. Педагогические науки. 2015. № 1. С. 133–134.
35. Устьянюк Ю. А. Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса. Часть 1 (вводный курс). Москва: Техносфера, 2016. 288 с.
36. Синеельщикова А. А., Горбунова Ю. Г., Лапкина Л. А., Константинов Н. Ю., Цивадзе А. Ю. Комплексы эрбия с тетра-15-краун-5-фталоцианином: синтез и спектроскопическое исследование // Журнал неорганической химии. 2011. Т. 56, № 10. С. 1442–1452.
37. Воробьева С. Н., Беляев А. В., Федотов М. А., Юшина И. В., Недосейкина Т. И. Твердофазная конденсация сульфатов акваиона родия (III) // Журнал неорганической химии. 2011. Т. 56, № 10. С. 1689–1696.
38. Гайворонская К. А., Герасименко А. В., Диденко Н. А., Слободюк А. Б., Кавун В. Я. $\text{Li}_2\text{Mg}(\text{ZrF}_6)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: синтез, рентгеноструктурное, термическое и масс-спектрометрическое исследование // Журнал неорганической химии. 2013. Т. 58, № 2. С. 226–233.
39. Рижа А., Коропчану Э., Болота О., Лозан В., Липковски Я., Булахак И., Боурош П. Синтез и строение новых тиокарбамидсодержащих диоксиматов кобальта (III) с анионом $[\text{TlF}_6]^-$ // Журнал неорганической химии. 2013. Т. 58, № 4. С. 506–516. DOI: 10.7868/s00444457x13040168
40. Захаров Н. А., Сенцов М. Ю., Калинин В. Е. Наноккомпозит гидроксиапатит кальция / метилцеллюлоза: синтез, свойства // Журнал неорганической химии. 2014. Т. 59, № 1. С. 3–12.
41. Махиня А. Н., Ильин М. А., Ямалетдинов Р. Д., Байдина И. А., Ткачев С. В., Зубарева А. П., Корольков И. В., Пирязев Д. А. Синтез, некоторые свойства и кристаллические модификации $\text{fac-}[\text{Ru}(\text{NO})\text{Py}_2\text{Cl}_3]$ // Координационная химия. 2016. Т. 42, № 12. С. 741–746. DOI: 10.7868/S0132344X16120057
42. Махиня А. Н., Ильин М. А., Кабин Е. В., Байдина И. А., Галлямов М. Р., Алферова Н. И. Синтез, строение и характеристика гидроксо- и аквакомплексов нитрозорутения транс-дипиридинового ряда // Координационная химия. 2014. Т. 40, № 5. С. 298–304. DOI: 10.7868/S0132344X14050089
43. Ouyang Z., Liu D., Cai Y., Yao Y. Investigating the fractal characteristics of pore-fractures in Bituminous Coals and Anthracites through Eluid Flow Behavior // Energy and Fuels. 2016. Vol. 30, № 12. P. 10348–10357.
44. Гилязова И. Б., Жарких Л. А., Курдуманова О. И. Методические аспекты формирования химической картины природы и научного мировоззрения студентов педагогического вуза в условиях стандартов третьего поколения // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 3 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=6280> (дата обращения: 20.01.2019).
45. Отто М. Современные методы аналитической химии: в 2 т. Т. I. Москва: Техносфера, 2003. 416 с. ISBN 5–94836–014–8
46. Золотов Ю. А. Новый век аналитической химии, Москва: Янус – К, 2013. 248 с.

47. Кузнецов В. В. Современные методы элементарного химического анализа в курсе аналитической химии // Успехи в химии и химической технологии. 2014. Т. 28, № 9 (158). С. 95–98.

References

1. Brovkin A. V. Problems of the modern Russian higher education system and a way of their decision for the benefit of all participants of educational process. *Sovremennoe obrazovanie = Modern Education* [Internet]. 2018 [cited 2018 May 11]; 2: 1–8. DOI: 10.25136/2409–8736.2018.1.25053. Available from: http://e-notabene.ru/pp/article_26398.html (In Russ.)
2. Skachkova A. S. Work practices in higher education institutions: Justification of the need and technique of effective organisation. *Obrazovatel'nye tehnologii = Educational Technologies*. 2013; 3: 136–143. (In Russ.)
3. Nedoseka E. V. Professionally practical preparation in higher education institution as a social adaptation factor to professional activity. *Regionologija = Regionology*. 2009; 1: 123–128. (In Russ.)
4. Guseva E. V., Skurlatov V. V., Surkin M. Ju. Intersubject integration as a means of a profiling education. *Vestnik Voennoj akademii material'no-tehnicheskogo obespechenija im. A. V. Hruleva = Bulletin of Military Academy of Material-Technical Support named after the General of the Army A. V. Khrulev*. 2015; 1: 141–146. (In Russ.)
5. Lebedeva E. N., Afonina S. N., Girina L. V., Machneva I. V., Nikonov A. A. Elective courses in teaching biochemistry as one of forms of interactive training at pharmaceutical faculty. *Medicinskij vestnik Bashkortostana. = Medical Bulletin of Bashkortostan*. 2016. V. 11. № 5 (65): 153–155. (In Russ.)
6. Barinov E. F. Elective course at the theoretical department as a basis for professional competencies formation of a physician. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2018; 20 (4): 64–83. (In Russ.)
7. Bajguzhina S. K., Kabduova A. K., Shambilova N. A. Independent work of students under the leadership of the teacher at the department of microbiology. *Medicina i jekologija = Medicine and Ecology*. 2016; 1: 111–113. (In Russ.)
8. Zanin S. A. Independent work of students as a necessary component of formation of competences when studying normal human physiology. *Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija = International Journal of Experimental Education*. 2014; 10: 133–135. (In Russ.)
9. Kashaev R. S. Development of science and education on the basis of an interdisciplinary approach to the application of the nuclear magnetic resonance (NMR) method. *Uspehi sovremennogo estestvoznanija = Advances in Modern Natural Science* [Internet]. 2011 [cited 2019 Jan 01]; 2: 82–87. Available from: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=15933> (In Russ.)
10. Lukashenko S. N. The model of higher school students' research competence in multilevel training (taking as the example the mathematical disciplines studies). *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2012; 1 (90): 73–85. (In Russ.)
11. Karpov A. O. Scientific knowledge and systemogenesis of modern school. *Voprosy filosofii = Questions of Philosophy*. 2003; 6: 37–53. (In Russ.)

12. Dubickya, L. V., Korobkova S. A. Development of scientific thinking means in the context of teaching physics. *Sovremennye naukoemkie tehnologii = Modern High Technologies* [Internet]. 2016 [cited 2019 Jan 01]; 2: 471–475. Available from: <https://top-technologies.ru/pdf/2016/2-3/35655.pdf> (In Russ.)

13. Volkova E. V. O himicheskom myshlenii i metodah ego issledovanija. *Estestven-nauchnoe obrazovanie: novye gorizonty: sbornik statej = On the chemical thinking and the methods of its study. Science education: New horizons. Collected articles.* Ed. by V. V. Lunin, N. Ye. Kuzmenko. Moscow: Moscow State University; 2017. p. 44–58. (In Russ.)

14. Panichev S. A. Deductive principle of teaching in higher natural science education. *Pedagogika = Pedagogy.* 2004; 8: 18–28. (In Russ.)

15. Zotov A. F. Preemstvennost' nauchnogo znanija i princip sootvetstvija. *Problemy istorii i metodologii nauchnogo poznanija = Continuity of scientific knowledge and the correspondence principle. Problems of history and methodology of scientific knowledge.* Moscow: Publishing House Nauka; 1974. (In Russ.)

16. Litvinova T. N., Bykov I. M., Korochanskaja S. P. The implementation of the principle of continuity in the study of chemical disciplines to improve chemical education at the medical school system. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya = Advances in Modern Natural Science.* 2009; 9: 41–43. (In Russ.)

17. Vasilevskaya E. I., Sechko O. I. Continuity in the system of permanent chemical education: School – higher educational institution. In: *Obrazovanie cherez vsju zhizn': nepreryvnoe obrazovanie v interesah ustojchivogo razvitiya: sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii = Lifelong learning: Continuing education for sustainable development. Collection of Articles of the International Scientific Conference* [Internet]; 2013; St.-Petersburg. 2013 [cited 2019 Jan 01]. p. 275–277. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/continuity-in-the-system-of-permanent-chemical-education-school-higher-educational-institution> (In Russ.)

18. Briggs A. R. J., Clark J., Hall I. Building bridges: Understanding student transition to university. *Quality in Higher Education.* 2012; 18 (1): 3–21. DOI: 10.1080/13538322.2011.614468

19. Dalziel J. R., Peat M. Academic performance during student transition to university studies [Internet]. 1998 [cited 2019 Jan 15]. Available from: http://www.sydney.edu.au/science/uniserve_science/workshop/fye/mpjd.pdf

20. Malcolm J., Zukas M. Bridging pedagogic gaps: Conceptual discontinuities in higher education. *Teaching in Higher Education.* 2001; 6 (1): 33–42.

21. Markic S., Eilks I. A mixed methods approach to characterize the beliefs on science teaching and learning of freshman science student teachers from different science teaching domains. In: *Taşar M. F. & Çakmakci G. (eds.) Contemporary Science Education Research: Teaching. A Collection of Papers Presented at ESERA 2009 Conference;* 2010; Ankara, Turkey. Ankara, Turkey: Pegem Akademi; 2010. p. 21–28.

22. Seeman M. Alienation motifs in contemporary theorizing: The hidden continuity of the classic themes. *Social Psychology Quarterly.* 1983; 46 (3): 171–184.

23. Mihajlov L. A., Bespamjatnyh T. A., Balenko Ju. K. *Koncepcii sovremennogo este-stvoznaniya = Concepts of modern natural sciences*. Ed. by L. A. Mihajlov. St.-Petersburg: Publishing House Piter; 2012. 336 p. (In Russ.)

24. Chernobel'skaja G. M. *Metodika obuchenija himii v srednej shkole = A methodology of chemical education at high school*. Moscow: Publishing House VLADOS; 2000. 336 p. (In Russ.)

25. Juffa A. Ja., Panichev S. A. Problems and prospects of the higher chemical education. *Rossijskij himicheskij zhurnal (Zhurnal Rossijskogo himicheskogo obshhestva im. D. I. Mendeleeva) = Russian Chemical Journal (Journal of the Russian Chemical Society of D. I. Mendeleev)*. 2003; V. XLVII, 2: 93–99. (In Russ.)

26. Sirotkin O. S., Sirotkin R. O. On the concept of chemical education. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia [Internet]*. 2001; 6: 137–139. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-kontseptsii-himicheskogo-obrazovaniya> (In Russ.)

27. Sirotkin O. S. Traditional methodology of teaching chemistry: Problems, shortcomings and the reasons of its use in the 21st century (review). In: *Innovacii v prepodavanii himii: sbornik nauchnyh i nauchno-metodicheskikh trudov V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii = Innovations in Teaching Chemistry. Collection of Scientific and Scientific-Methodological Works of the 5th International Scientific and Practical Conference*. Kazan: Kazan University; 2014. p. 272–277. (In Russ.)

28. Zolotov Ju. A. About teaching analytical chemistry. *Zhurnal analiticheskoy himii = Journal of Analytical Chemistry*. 2011; 66 (3): 3. (In Russ.)

29. Mychko D. I. *Voprosy metodologii i istorii himii: ot teorii nauchnogo metoda k metodike obuchenija = Questions of methodology and history of chemistry: From the theory of a scientific method to a training technique*. Minsk: Belarusian State University; 2014. 295 p. (In Russ.)

30. Kelner R., et al. *Analiticheskaja himija: problemy i podhody: v 2 t. = Analytical chemistry: Problems and approaches*. In 2 volumes. Ed. by R. Kelner, Zh. M. Merme, M. Otto, M. Vidmer. Moscow: Publishing House Mir: AST; 2014. V. 1. 608 p.; V. 2. 768 p. (In Russ.)

31. Salamov A. H., Bokova L. M., Inarkieva Z. I., Uzhahova L. Ja. Ways of improvement of teaching analytical chemistry in higher education institution. In: *Aktual'nye voprosy sovremennoj nauki: materialy XXIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii = Topical Issues of Modern Science. Materials of the 23rd International Scientific and Practical Conference*; 2014; Moscow. Moscow; 2014. p. 42–45. (In Russ.)

32. Shehovcova T. N., Vershinin V. I. What has to be professional training of the analyst at classical universities? *Zhurnal analiticheskoy himii = Journal of Analytical Chemistry*. 2001; 56 (1): 93–100. (In Russ.)

33. Hamitova A. I., Ivanov V. G. Forms of the organisation of training of the general and inorganic chemistry in chemical and technological higher education institution through a prism of independent work of students. *Izvestija RGPU im. A. I. Gercena = Izvestia: Herzen University Journal of Humanities & Science*. 2008; 48: 115–132. (In Russ.)

34. Gilmanshina S. I. Continuous chemical education: The formation of scientific thinking. *Nauchnoe obozrenie. Pedagogicheskie nauki = Scientific Review. Pedagogical Science*. 2015; 1: 133–134. (In Russ.)

35. Ustynyuk Y. A. Lekcii po spektroskopii jaderного magnitного rezonansa. Chast' 1 (vvodnyj kurs) = Lectures on nuclear magnetic resonance. Part 1 (introductory course). Moscow: Publishing House Tehnosfera; 2016. 288 p. (In Russ.)

36. Sinel'shnikova A. A., Gorbunova Ju. G., Lapkina L. A., Konstantinov N. Ju., Civadze A. Ju. Erbium complexes with tetra-15-kraun-5-phthalocyanine: Synthesis and spectroscopic research. *Zhurnal neorganicheskoi himii = Journal of Inorganic Chemistry*. 2011; 56 (10): 1442–1452. (In Russ.)

37. Vorobyeva S. N., Belyaev A. V., Fedotov M. A., Yushina V. I., Nedosekina T. I. Solid-phase condensation of sulfates of aquo ion of rhodium (III). *Zhurnal neorganicheskoi himii = Russian Journal of Inorganic Chemistry*. 2011; 56 (10): 1689–1696. (In Russ.)

38. Gajvoronskaja K. A., Gerasimenko A. V., Didenko N. A., Slobodjuk A. B., Kavun V. Ja. $\text{Li}_2\text{Mg}(\text{ZrF}_6)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: Synthesis, X-ray diffraction, thermal and MAS NMR research. *Zhurnal neorganicheskoi himii = Russian Journal of Inorganic Chemistry*. 2013; 58 (2): 226–233. (In Russ.)

39. Rizha A., Koropchanu Je., Bolota O., Lozan V., Lipkovski Ja., Bulhak I., Bourosh P. Synthesis and the structure of the new thiocarbamide dioximates of cobalt (III) with anion $[\text{TIF}_6]^-$. *Zhurnal neorganicheskoi himii = Russian Journal of Inorganic Chemistry*. 2013; 58 (4): 506–516. DOI: 10.7868/s00444457x13040168 (In Russ.)

40. Zaharov N. A., Sencov M. Ju., Kalinnikov V. E. Nanocomposite hydroxapatite calcium / methyl cellulose: Synthesis, properties. *Zhurnal neorganicheskoi himii = Journal of Inorganic Chemistry*. 2014; 59 (1): 3–12. (In Russ.)

41. Mahinja A. N., Il'in M. A., Jamaletdinov R. D., Bajdina I. A., Tkachev S. V., Zubareva A. P., et al. Synthesis, some properties and crystal modifications of fac- $[\text{Ru}(\text{NO})\text{Py}_2\text{Cl}_3]$. *Koordinacionnaja himija = Coordination Chemistry*. 2016; 42 (12): 741–746. DOI: 10.7868/S0132344X16120057 (In Russ.)

42. Mahinja A. N., Il'in M. A., Kabin E. V., Bajdina I. A., Galljamov M. R., Alferova N. I. Nitrosoruthenium hydroxo and aqua complexes of the trans-dipyridine series: Synthesis, structures, and characterisation. *Koordinacionnaja himija = Coordination Chemistry*. 2014; 40 (5): 298–304. DOI: 10.7868/S0132344X14050089 (In Russ.)

43. Ouyang Z., Liu D., Cai Y., Yao Y. Investigating the fractal characteristics of pore-fractures in bituminous coals and anthracites through eluid flow behaviour. *Energy and Fuels*. 2016; 30 (12): 10348–10357.

44. Gilyazova I. B., Zharkikh, L. A., Kurdomonov O. I. Methodological aspects of the formation of the chemical picture of nature and scientific Outlook of students in terms of standards of the third generation. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education* [Internet]. 2012 [cited 2019 Jan 20]; 3. Available from: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=6280> (In Russ.)

45. Otto M. *Sovremennye metody analiticheskoi himii: v 2 t. T. I. = Modern methods of analytical chemistry*. In 2 volumes. Vol. I. Moscow: Publishing House Tehnosfera; 2003. 416 p. ISBN 5–94836–014–8 (In Russ.)

46. Zolotov Ju. A. Novyj vek analiticheskoj himii = New age of analytical chemistry. Moscow: Publishing House Janus – K; 2013. 248 p. (In Russ.)

47. Kuznecov V. V. Modern methods of the elementary chemical analysis in the course of analytical chemistry. *Uspehi v himii i himicheskoj tehnologii* = *Achievements in Chemistry and Chemical Technology*. 2014; 28, 9 (158): 95–98. (In Russ.)

Информация об авторах:

Байкова Людмила Александровна – кандидат химических наук, доцент кафедры общей химии Уральского федерального университета, Екатеринбург, Россия. E-mail: baikova@yandex.ru

Косарева Маргарита Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры общей химии Уральского федерального университета, Екатеринбург, Россия. E-mail: 89122269153@mail.ru

Никоненко Евгения Алексеевна – кандидат химических наук, доцент кафедры общей химии Уральского федерального университета, Екатеринбург, Россия. E-mail: eanik1311@mail.ru

Вайтнер Виталий Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры общей химии Уральского федерального университета, Екатеринбург, Россия. E-mail: vaitner@yandex.ru

Мажи Адинаф – профессор Химического факультета Университета Висва-Бхарати (Центрального), Сантаникетан, 731235, Индия. E-mail: adinath.majee@visva-bharati.ac.in

Вклад соавторов. Авторы внесли равный вклад в подготовку публикации.

Статья поступила в редакцию 07.02.2019; принята в печать 15.05.2019. Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Lyudmila A. Baikova – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Department of General Chemistry, Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia. E-mail: baikova@yandex.ru

Margarita A. Kosareva – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of General Chemistry, Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia. E-mail: 89122269153@mail.ru

Evgenia A. Nikonenko – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Department of General Chemistry, Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia. E-mail: eanik1311@mail.ru

Vitaliy V. Vaitner – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of General Chemistry, Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia. E-mail: vaitner@yandex.ru

Adinath Majee – Professor, Department of Chemistry, Visva-Bharati (A Central University), Santiniketan-731235, India. E-mail: adinath.majee@visva-bharati.ac.in

Contribution of the authors. The authors have made equal contributions to the preparation of the present article.

Received 07.02.2019; accepted for publication 15.05.2019.

The authors have read and approved the final manuscript.