

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 378.147:54:004

DOI: 10.17853/1994-5639-2019-6-72-92

МОДЕЛЬ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ

Н. М. Вострикова

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия.

E-mail: vnatali59@mail.ru

Аннотация. Введение. Ядро технического знания составляют фундаментальные математические, физические и химические знания, необходимые для создания и совершенствования приборов, материалов и технологий, грамотного осуществления производственных операций и применения различных химических веществ в промышленной сфере с учетом их влияния на окружающую среду и организм человека. Изучение основ химии, с которыми будущие инженеры обычно знакомятся на младших курсах университета, играет важную роль в формировании не только химической компетенции, но и компонентов общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Однако анализ образовательной практики показывает несоответствие уровня химической подготовки выпускников вузов современным квалификационным требованиям, предъявляемым к профессии инженера.

Цель публикации – рассмотреть один из вариантов повышения качества химического образования бакалавров технико-технологических специальностей посредством смешанного обучения в информационно-деятельностной образовательной среде (ИДОС).

Методология и методики. Исследование выполнялось с опорой на многоуровневую методологию, включающую диалектические принципы, категории и закономерности теории познания, идеи системного, личностно-ориентированного, интегративного, технологического, компетентностного, информационно-деятельностного и средового подходов. Задействовались методы сравнительного анализа и концептуального моделирования. Оценка результатов педагогического эксперимента осуществлялась с помощью методики диагностики рефлексивных умений и метода медианы; на основе компонентного анализа сформированных компетенций рассчитывался коэффициент системности знаний.

Результаты и научная новизна. Разработана концепция и структурно-функциональная модель фундаментальной химической подготовки бакалавров в ИДОС смешанного обучения. В данной модели, объединяющей в целостную систему взаимосвязанные целевой, содержательный, организационно-управленческий, процессуально-деятельностный и результативно-оценочный блоки, аккумулируются достижения в области электронного обучения и предусмотрено освоение предметного, методологического инвариантов и вариативного компонента учебной программы, составляющих в совокупности фундаментальную химическую подготовку. Электронный обучающий курс позволяет благодаря использованию технологий видеоконференцсвязи и Web 2.0 гибко рационально сочетать аудиторную и самостоятельную работу студентов, модернизировать лекционные и практические занятия. Современные педагогические проектные технологии, поступательное развитие критического мышления и последовательное введение в лабораторный химический практикум элементов исследовательской деятельности способствуют позитивной динамике качества приобретаемых бакалаврами знаний, умений и навыков. Проводившаяся в Сибирском федеральном университете с 2015 по 2018 г. апробация описанной в статье модели подтверждает ее эффективность.

Практическая значимость. Проекция на вузовскую практику изложенных автором теоретико-методологических основ фундаментальной химической подготовки бакалавров, обучающихся по широкому спектру программ технико-технологических направлений, может значительно улучшить результативность получаемого профессионального образования и повысить конкурентоспособность выпускников на рынке труда.

Ключевые слова: фундаментальная химическая подготовка, информационно-деятельностная образовательная среда, химическая компетенция, общекультурные и общепрофессиональные компетенции, профессиональные компетенции, смешанное обучение.

Благодарности. Автор выражает признательность доктору педагогических наук, профессору Н. П. Безруковой, оказавшей помощь в подготовке статьи; а также благодарит рецензентов и редакционную коллегию журнала «Образование и наука» за предоставленную возможность опубликовать результаты данного научного исследования.

Для цитирования: Вострикова Н. М. Модель фундаментальной химической подготовки бакалавров технико-технологических направлений в условиях смешанного обучения // Образование и наука. 2019. Т. 21, № 6. С. 72–92. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-6-72-92

THE MODEL OF FUNDAMENTAL CHEMICAL TRAINING OF BACHELORS OF TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL DIRECTIONS IN THE CONDITIONS OF BLENDED LEARNING

N. M. Vostrikova

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia.

E-mail: vnatali59@mail.ru

Abstract. *Introduction.* The core of technical knowledge is formed by the fundamental mathematical, physical and chemical knowledge, which is necessary for creation and improvement of devices, materials and technologies, competent implementation of production operations and use of various chemicals in the industrial sphere, taking into account their influence on the environment and the human body. Fundamental chemical training plays a significant role in the formation of chemical competency and development of the components of cross-cultural, general professional and professional competencies of future engineers. However, the analysis of educational practice demonstrates the discrepancy between the level of fundamental chemical training of graduates and the modern requirements to engineering education.

Methodology and research methods. The research was carried out on the basis of multilevel methodology including dialectical principles, categories and regularities of the knowledge theory. The key ideas of the system-based, person-oriented, integrative, technological, competency-based, information-and-activity-based and environmental approaches were employed. The methods of comparative analysis and conceptual modelling were used. The assessment of the results of a pedagogical experiment was conducted by means of the method of diagnostics of reflexive abilities and the median method; the coefficient of system knowledge was calculated on the basis of the component analysis of the formed competencies.

Results and scientific novelty. The concept and the structural-functional model of the fundamental chemical training of bachelors in the information-and-activity-based educational environment of blended learning have been proposed. This model provides a holistic framework for the interconnected target, content, organisational and administrative, procedural activity-based and productive evaluative blocks. Moreover, the model accumulates the achievements in the field of e-learning and involves the acquisition of the subject (chemical), methodological invariants and the variable component of the academic programme that together constitute the fundamental chemical training. An e-learning course based on videoconferencing and Web 2.0 technologies allows teachers to efficiently integrate classroom and independent work of students and to upgrade lectures and practicals. Modern pedagogical project-based technologies, gradual development of critical thinking, sustainable implementation of elements of research work into laboratory chemical practicum contribute to the posi-

ve dynamics of the quality of students' acquired knowledge and skills. The approbation of the model, which was carried out in Siberian Federal University from 2015 to 2018, has confirmed its efficiency. The results of the model adaptation are demonstrated in the present article.

Practical significance. As presented by the author of publication, the theoretical-methodological bases of fundamental chemical training of the bachelors, enrolled in a wide range of programmes of technical and technological directions, can considerably improve the effectiveness of vocational education and increase the competitiveness of graduates in the labour market.

Keywords: fundamental chemical training, information-and-activity-based educational environment, chemical competency, cross-cultural and general professional competencies, professional competencies, blended learning.

Acknowledgements. The author is grateful to the Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, N. P. Bezrukova, who assisted in the preparation of the article. Also, the author expresses her gratitude to the reviewers and the editorial board of the Education and Science Journal for the opportunity to publish the results of the present research.

For citation: Vostrikova N. M. The model of fundamental chemical training of bachelors of technical and technological directions in the conditions of blended learning. *The Education and Science Journal*. 2019; 6 (21): 72–92. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-6-72-92

Введение

Нарастающий объем информации в современном мире, сокращение жизненных циклов многих знаний, умений, навыков, а также отдельных профессий [1] повышают значимость фундаментального образования специалистов различных профилей. Так, профессиональная компетентность современного инженера базируется на фундаментальной математической подготовке, понимании естественно-научных принципов, физических и химических законов, составляющих ядро технического знания. Владение основами химии и ясные представления о сущности физико-химических явлений необходимы для совершенствования и создания новых технологий, приборов, машин, материалов, для осмысленного проведения технических операций и грамотного применения химических веществ на производстве с учетом их влияния на окружающую среду и организм человека [2]. Однако результаты ряда исследований (в том числе и автора данной статьи) [2–4], в которых анализируется образовательная практика, указывают на несоответствие качества обучения выпускников современ-

ным требованиям к инженерному образованию, в частности на недостаточный уровень химической подготовки, которая обычно осуществляется на младших курсах университета.

Вследствие снижения в российском обществе престижности профессии «инженер» на технические специальности университетов зачисляются абитуриенты с низкими баллами ЕГЭ по математике, физике и химии, что не может не сказываться на результативности освоения ими вузовских программ [3]. Многие из таких студентов слабо владеют фундаментальными понятиями, не могут спроецировать теорию на решение даже стандартных задач как в процессе изучения профильных дисциплин, так и в последующей профессиональной деятельности. Исследователи обращают внимание, с одной стороны, на низкую мотивацию к учению у студентов младших курсов, неудовлетворительную их готовность к усвоению содержания профессионального образования и организации собственной учебной деятельности, с другой – на невысокую продуктивность традиционных занятий.

Вместе с тем современный студент – типичный представитель цифрового поколения, поэтому одним из возможных решений проблемы качественной фундаментальной химической подготовки может быть внедрение в систему его подготовки электронного обучения (e-Learning), которое является важным фактором адаптации образовательного процесса к потребностям обучающегося [5]. Из трех известных на данный момент моделей e-Learning наибольшим потенциалом для профессионального химического образования обладает смешанное обучение [6].

Данная статья посвящена теоретико-методологическим основам фундаментальной химической подготовки бакалавров технико-технологических специальностей в информационно-деятельностной образовательной среде смешанного обучения, наличие которой способно повысить качество этой подготовки.

Обзор литературы

Вслед за О. В. Ершовой и Л. В. Чупровой качество химической подготовки мы понимаем как совокупность ее существенных свойств, характеристик и результатов (знаний, умений, навыков, приобретенных в ходе обучения химии; целей и мотивов ее изучения; способов творческой деятельности; компетенций), соответствующих многообразным потребностям студентов и требованиям стандартов, в которых конечная цель образовательной программы вуза обозначена как сформированная профессиональная компетентность [2].

В научных публикациях проблемы качества химической подготовки предлагается решать разными способами: посредством организации непрерывного процесса интеллектуального развития студента [7]; обеспечения направленности химических дисциплин на формирование специальных, универсальных, профессиональных компетенций; оптимизации учебного процесса через увеличение доли лабораторных занятий и разработку системы контроля присваиваемых студентами знаний и навыков [8, 9].

Д. Ф. Хайбрахманова и Г. А. Сечина связывают повышение качества образования в техническом вузе с совершенствованием организации учебных занятий и ростом эффективности обучения за счет интенсификации учебного процесса. Для этого, по мнению авторов, следует повысить информационную емкость содержания учебных программ, применять современные педагогические технологии, активные методы и формы обучения, усилить его профессиональную направленность и мотивацию учащихся [4].

Имеются исследования, в которых предприняты попытки раскрыть потенциал информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в обучении химическим дисциплинам, в частности показаны возможности разработки электронных образовательных ресурсов: компьютерных обучающих программ, программ-тренажеров, компьютерных тестов [6, 10, 11], компьютерных программ для дистанционного обучения [12].

Чтобы активизировать познавательную деятельность студентов на лекции, рекомендуется использовать проблемный метод изложения и демонстрационный эксперимент. С целью модернизации лабораторного химического практикума рассматривались возможности проектно-исследовательской технологии [13] и виртуальные лабораторные работы [14, 15]. В зарубежных исследованиях в этом плане особая роль отводится предподготовке к лабораторным занятиям [16, 17] и организации способов усиления связи компонентов «исследование – преподавание» университетского образования [18].

В контексте обсуждаемой темы повторим один из выводов, сделанных нами ранее: в современных условиях фундаментальная химическая подготовка бакалавров технико-технологических специальностей на младших курсах университета – это процесс освоения обучающимися наряду с базовыми химическими понятиями, законами, теориями и методами химической науки методологических знаний, универсальных методов познания и обобщенных способов деятельности, благодаря которым формируются системное критическое мышление, ценностное отношение к процессу познания, способность применять полученные знания при изучении специальных дисциплин.

лин, а также при решении практических задач в предстоящей профессиональной деятельности [19].

Стремительное тотальное внедрение в начале третьего тысячелетия в сферу профессионального образования ИКТ привело к пониманию роли в нем информационно-образовательной среды, влияющей и на качество обучения, и на личностное становление будущих профессионалов. Как следствие, усилилось значение информационно-деятельностного [20, 21] и средового подходов [8] при проектировании системы фундаментальной подготовки (в нашем случае химической подготовки бакалавра). Компетентностный подход, также акцентирующий деятельностный аспект обучения, ориентирует на приобретение опыта практической деятельности на основе получаемых знаний. В соответствии с данными подходами нами была обоснована правомерность введения в терминологический аппарат понятия *информационно-деятельностной образовательной среды* (ИДОС), которую мы рассматриваем как комплекс условий формирования химической компетенции и компонентов профессиональных компетенций в процессе изучения химических дисциплин [22]. Важнейшие из этих условий – широкое использование возможностей современных ИКТ в организации и реализации учебного процесса; проектирование электронных образовательных ресурсов, базирующихся на психофизиологических особенностях восприятия, переработки, хранения и воспроизведения информации человеком; усиление деятельностного аспекта обучения посредством современных педагогических технологий, обеспечивающих сотрудничество субъектов образовательного процесса с целью выведения обучающихся на уровень самоорганизации и самореализации в познавательной деятельности [5, 21, 22].

Как говорилось выше, одним из возможных вариантов решения проблемы качества фундаментальной естественно-научной, в частности химической, подготовки бакалавра является электронное обучение (e-Learning), активно эволюционирующее в течение двух последних десятилетий за рубежом. Из известных его моделей: обучения с веб-поддержкой, смешанного обучения, электронного обучения без очных контактов – в отечественном высшем химическом образовании наиболее распространено первое (обучение с веб-поддержкой) [6]. Однако такая специфическая организационная форма химической подготовки, как лабораторный практикум, указывает на то, что наибольшим потенциалом для освоения химических дисциплин обладает модель смешанного обучения.

Согласно зарубежным публикациям, сейчас разрабатываются разновидности модели смешанного обучения, в которых оптимально сочетаются

очные и дистанционные (синхронные и асинхронные) занятия, системы контроля и самоконтроля, а также обеспечивается индивидуальный график обучения [6]. В связи с этим особая роль отводится электронным образовательным курсам (ЭОК), которые размещаются в электронной системе управления обучением – LMS (Learning Management System). Так, G. Weaver и H. Sturtevant при обучении общей химии используют модель «перевернутый класс», в рамках которой лекционный материал перенесен на самостоятельную вне-аудиторную работу студентов: информационные видеофрагменты и презентации размещаются в электронной образовательной среде, а аудиторные занятия посвящаются совместному решению возникших при самостоятельном освоении материала вопросов и проблем [23]. S. R. Mooring, анализируя результаты применения модели «перевернутый класс» в обучении химии, отмечает обязательность наличия обратной связи преподавателя и студента, осуществляемой посредством различных форм контроля (опросов, тестов, викторин, контрольных работ) [24].

Обзорный анализ информационных источников и образовательных практик позволяет заключить, что для повышения качества фундаментальной химической подготовки будущих бакалавров технико-технологических направлений на младших курсах университета требуется системный подход, в частности такой его инструмент, как концептуальное моделирование, подтвердившее свою результативность при модернизации обучения студентов медицинского¹ и педагогического университетов [8, 20] и др.

Материалы и методы

Описанное в настоящей статье исследование выполнялось с опорой на многоуровневую методологию, включающую диалектические принципы, категории и закономерности теории познания, ключевые идеи системного, личностно-ориентированного, интегративного, технологического, компетентностного, информационно-деятельностного и средового подходов, а также концептуальное моделирование. В ходе работы был задействован анализ нормативно-правовых документов, психолого-педагогической и методической литературы и образовательной практики.

В педагогическом эксперименте принимали участие около 450 студентов бакалавриата – будущих металлургов, обучающихся на младших курсах Сибирского федерального университета (СФУ) в 2013–2018 гг.

¹ Литвинова Т. Н. Теория и практика интегративно-модульного обучения общей химии студентов медицинского вуза: дис. ... д-ра пед. наук. С.-Петербург, 2002.

Для оценки результатов фундаментальной химической подготовки (ФХП) на основе смешанного обучения в информационно-деятельностной среде применялись методы медианы¹, наблюдения за бакалаврами, компонентный анализ знаний и умений, на основе которого рассчитывался коэффициент системности знаний². Рефлексивные умения диагностировались по методике Е. В. Ильиной³.

Результаты исследования

Ведущая идея концепции и модели ФХП бакалавров технико-технологических направлений состоит в повышении качества химических знаний через проектирование системы, ядром которой служит ИДОС смешанного обучения. Эта система должна обеспечивать доступность образовательных ресурсов, личностную траекторию освоения материала, развитие самостоятельности и познавательной активности обучающихся.

Ключевая идея вкупе с компетентностным, информационно-деятельностным и средовым подходами конкретизировались в виде комплекса принципов проектирования содержания и организации ФХП в ИДОС смешанного обучения. При отборе принципов учитывались как общепедагогические закономерности обучения, так и выявленные в процессе конструирования модели специфические для инновационной системы смешанного обучения зависимости, в том числе:

- взаимозависимость между целями профессионального образования бакалавров и целями их ФХП на младших курсах вуза;
- зависимость уровня самостоятельности и успешности студентов в процессе ФХП от степени реализации условий для обеспечения доступности ресурсов ИДОС, построения личностной траектории освоения фундаментальных химических знаний и формирования опыта их применения в решении практических задач;
- зависимость качества ФХП:
 - от ее направленности на формирование профессиональных компетенций будущего инженера, мотивов и ценностей его профессиональной деятельности;

¹ Рабочая книга социолога / под ред. Г. В. Осипова, Д. М. Гвишиани, М. Н. Руткевич и др. Москва: Наука, 1983. 478 с.

² Усова А. В. Методология научных исследований: курс лекций. Челябинск: ЧГПУ, 2004. 130 с.

³ Ильина Е. В. Рефлексивное управление обучением учащихся общеобразовательной школы: дис. ... канд. пед. наук. Барнаул, 1998. 180 с.

- рациональной организации образовательного процесса и управления всеми видами деятельности его субъектов на основе LMS и размещенных в данной системе ЭОК (электронных обучающих курсов) химических дисциплин;

- качества дидактического обеспечения и, в первую очередь, электронных образовательных ресурсов для поддержки всех организационных форм обучения;

- качества информационно-образовательной среды вуза, ее материально-технического оснащения.

В свете изложенного выше к дидактическим принципам профессионального образования при построении модели мы присовокупили принципы фундаментализации, информатизации, преемственности, интегративности, проблемности, минимизации, мотивации, интерактивности, модульности, информационной гуманности и открытости.

Так, согласно принципу преемственности при проектировании развития конкретной компетенции необходима соотнесенность уровней ее сформированности при переходе от одной химической дисциплины к другой и взаимообусловленность подлежащего усвоению материала и связанной с ним познавательной деятельности бакалавров.

Принцип интерактивности, с одной стороны, ориентирует при конструировании и поддержке функционирования ИДОС на обеспечение межсубъектного сотрудничества и общения, что предполагает применение активных методов обучения и выстраивание диалогического взаимодействия между субъектами учебно-воспитательного процесса [8]. С другой стороны, соблюдение данного принципа направлено на организацию обучения в режиме взаимодействия обучающегося и электронных образовательных ресурсов, размещенных в электронном образовательном курсе дисциплины. Разумеется, при разработке ЭОК должны быть использованы возможности современных LMS, обеспечивающих интерактивное взаимодействие с обучающимся.

На основе указанных выше ведущей идеи, подходов и принципов сформулированы сущностные положения инновационной концепции ФХП бакалавров младших курсов в ИДОС смешанного обучения, отражением которых является изображенная на рис. 1 модель, состоящая из взаимосвязанных, образующих целостную систему компонентов: целевого, содержательного, организационно-управленческого, процессуально-деятельностного и результативно-оценочного.



Рис. 1. Модель фундаментальной химической подготовки (ФХП) бакалавров в информационно-деятельностной образовательной среде смешанного обучения:

ВЛР – виртуальная лабораторная работа, ТЗ – тестовые задания, ЭОК – электронный обучающий курс, ПОЗ – практико-ориентированные задания, КОП – компьютерные обучающие программы, ХЭ – химический эксперимент, ПТ – программы-тренажеры

Fig. 1. Model of fundamental chemical training (FCHT) of bachelors in information-and-activity-based educational environment of blended learning: VLR – virtual laboratory work, TT – tests, the ELC- electronic learning course, POT – practice oriented tasks, the CLP – computer learning programme, CHE – chemical experiment

Целевой компонент модели включает четыре группы компетенций: химическую компетенцию, компоненты общекультурных (ОК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций.

Химическая компетенция представляет собой интегральную совокупность мотивационного, когнитивного, деятельностного, рефлексивного элементов, демонстрирующую готовность бакалавра к познанию химической картины мира, созидательному преобразованию действительности на основе приобретенных химических знаний, умений и навыков. Содержательное наполнение структурных составляющих химической компетенции выступает в качестве промежуточных результатов фундаментальной химической подготовки на каждом этапе обучения. Компоненты ОК, ОПК и ПК, формирование которых предусматривается в процессе фундаментальной химической подготовки, выявляются в процессе анализа ФГОС, профессиональных стандартов для бакалавра соответствующего направления подготовки с учетом специфики химических дисциплин. Так, для бакалавров направления подготовки 22.03.02 *Металлургия* нами выделены компетенции: ОК 5, ОПК 1, ОПК 2, ПК 1, ПК 2, ПК 4, ПК 5, ПК 8 [19]. При этом на основе декомпозиции конкретной компетенции вычленяются компоненты, формируемые в процессе ФХП. Например, в качестве важнейшего компонента ОПК 2 «готовность критически осмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности» мы рассматриваем развитое критическое мышление [25]; сформированность ПК 2 «способность выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы» определяется уровнем освоения методологической культуры (методологических знаний) [3].

Содержательный компонент модели состоит из четырех подсистем, образующих целостное содержание ФХП посредством внутри- и междисциплинарных связей. В содержании интегрируются предметный (фундаментальные химические понятия, законы, теории, базисные операции и методы, опыт их применения в решении практико-ориентированных задач, ценностное отношение к получаемым знаниям) и методологический (общие логические умения, методы научного познания, ценностное отношение к получаемым знаниям) инварианты, а также вариативный компонент, формирующийся в контексте будущей профессии [19].

Организационно-управленческий компонент модели предполагает разработку научно-методического обеспечения организации и управления ФХП. В соответствии с информационно-деятельностным подходом нами обоснована целесообразность использования для ее реализации ИКТ, про-

ектной технологии, технологии развития критического мышления (ТРКМ) [26], технологий и моделей смешанного обучения [5]. Информационные образовательные ресурсы как составляющая научно-методического обеспечения (рис. 1) включают наряду с административными учебно-методические материалы, которые рекомендуется структурировать в соответствии с организационными формами обучения в высшей школе: лекционными курсами, лабораторными практикумами, самостоятельной работой студентов, НИРС и проектной деятельностью, а также мониторингом качества обучения [22].

Как отмечалось выше, ФХП подразумевает среди прочего развитие критического мышления будущих бакалавров (ОПК 2), неотъемлемой частью которого являются оценочные и рефлексивные умения. Современному инженеру для решения проблемных ситуаций в профессиональной деятельности необходима способность формулировать собственные оценочные суждения, основываясь на приобретенных знаниях и личном опыте, опираясь на достоверность и истинность информации. Поэтому при разработке научно-методического обеспечения важно предлагать студентам учебный материал разных типов, что согласуется с требованиями к учебным химическим текстам, выражающимися в соблюдении принципов критической насыщенности и критической корректности [25].

Инструменты (средства) для организации деятельности обучающихся делятся на технические и программные. К первым мы относим химические лаборатории, компьютерные классы, офисное оборудование и современный инструментарий организации сетевого взаимодействия (web-камеры, Polycom и др.). Важнейшая составляющая программных средств – LMS (электронная система управления обучением), с помощью которой реализуется главным образом асинхронное взаимодействие участников образовательного процесса. Не менее значимо программное обеспечение для сетевого взаимодействия участников в режиме on-line (онлайн-лекции и вебинары) [22, 27].

Электронные составляющие информационных образовательных ресурсов объединяются в ЭОК химической дисциплины на основе LMS.

Новое дидактическое обеспечение служит основой для модернизации организационных форм обучения. Так, сравнительный анализ традиционной лекции и онлайн-лекции показал, что последняя дает новые возможности в представлении учебной информации, реализации обратной связи со студентами и усиливает деятельностную составляющую обучения [27]. Для модернизации лабораторного практикума мы разработали его структуру, предусматривающую последовательное освоение элементов исследовательской деятельности. На начальном этапе лабораторные выпол-

няются по методическим указаниям, на промежуточном используются проектные работы с элементами исследования, а на заключительном – задания с профессиональным контекстом. При подготовке к лабораторной работе и непосредственно в ее процессе студенты используют электронные образовательные ресурсы, размещенные в ЭОК. Для оформления отчетов по лабораторным работам целесообразно задействовать сервисы Web 2.0 (например, Google-документ).

Процессуально-деятельностный компонент отражает этапы ФХП на основе моделей смешанного обучения. Выше упоминалась популярная за рубежом модель «перевернутый класс». Однако весьма перспективными являются также модели «программного потока» и «сердцевины и спиц» [6]. К ведущим формам организации совместной деятельности относятся дискуссии, индивидуальные и групповые учебные исследования, самостоятельная работа студентов в электронной компоненте ИДОС, с интернет-ресурсами и сервисами Web-2.0. Взаимодействие субъектов образовательного процесса осуществляется посредством элементов асинхронного (чата, e-mail) и синхронного (вебинара, онлайн-консультации) дистанционного обучения и сопровождается мониторингом его результатов с помощью как традиционных средств (контрольных работ, тестов и др.), так и инновационного инструментария контроля и оценивания (заданий оценочного характера, написания эссе, критериально-уровневых диагностических карт и др.).

Результативно-оценочный компонент модели отражает уровень сформированности химической компетенции, компонентов ОК, ОПК, ПК. Итоги проводившейся в СФУ с 2015 по 2018 г. апробации модели ФХП в ИДОС смешанного обучения при обучении бакалавров направления подготовки «Металлургия» позволяют сделать вывод о ее эффективности. В табл. 1 представлены значения коэффициента системности знаний ($K_{\text{сис}}$), рассчитанного на заключительном этапе ФХП на младших курсах (объем совокупности выборки по каждому году обучения составлял 25 человек). Коэффициент системности рассчитывался на основе компонентного анализа контрольных работ по формуле:

$$K_{\text{сис}} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{l \cdot N},$$

где l_i – количество компонентов, усвоенных i -м обучаемым;
 l – общее количество компонентов, подлежащих усвоению;
 N – общее количество обучаемых.

Показатели качества усвоения бакалаврами содержания ФХП
Indicators of the quality of acquisition of the content of the FCNT by
bachelors

Коэффициент системности / The coefficient of consistency	Контрольные группы / Control groups		Экспериментальные группы / Experimental groups		
	учебный год / period of training				
	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
K_{cuc}	0.68	0.70	0.75	0.82	0.83

Рост коэффициента системности особенно значим, поскольку он отражает не только владение бакалаврами теоретическими знаниями, но и сформированность умений применять полученные знания. На начальном этапе обучения $K_{\text{сис}}$ не превышал 0,52. Значение медианы увеличилось с 3,4 в 2013/14 уч. г. (традиционное обучение) до 4,1 в 2016/17 уч. г. в условиях обучения на основе предлагаемой модели и до 4,2 – в 2017/18 уч. г., что позволяет сделать вывод о результативности разработанной модели.

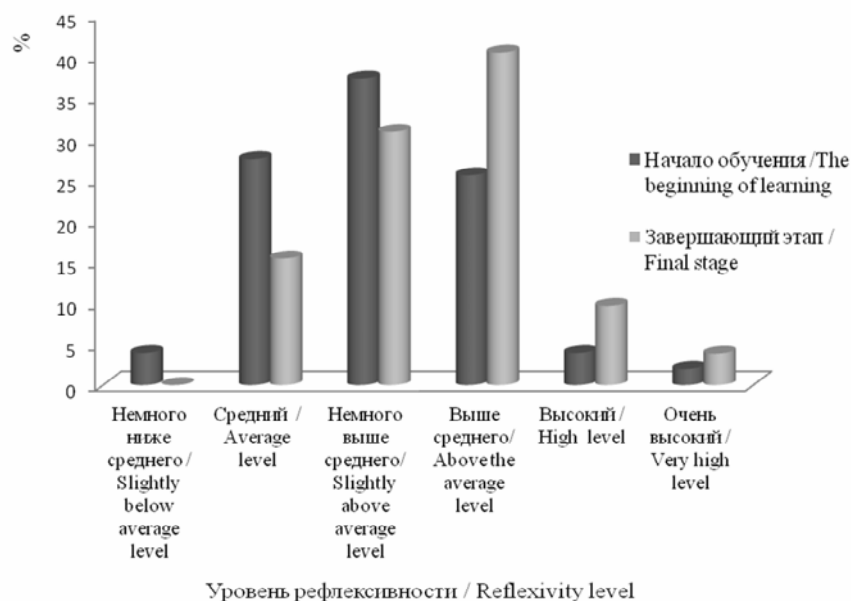


Рис. 2. Динамика развития рефлексивных умений у бакалавров в процессе ФХП в 2017/18 уч. г., 56 респондентов

Fig. 2. Dynamics of development of reflexive skills in bachelors in the process of fundamental chemical training in the 2017–2018 academic year, 56 respondents

Благодаря внедрению модели ФХП в ИДОС смешанного обучения произошли заметные позитивные изменения в развитии компонентов ОПК и ПК. На рис. 2 в качестве примера приводятся результаты диагностики рефлексивных умений по методике Е. В. Ильиной, которые являются неотъемлемым компонентом ОПК-2. На диаграмме видно, что в процессе ФХП по разработанной модели уменьшается количество бакалавров с уровнем рефлексивности ниже среднего и увеличивается число студентов с этим показателем выше среднего уровня, с высоким и очень высоким уровнем. Аналогичные результаты получены и в других экспериментальных группах.

Более подробно результаты предпринятого педагогического эксперимента приводятся в одной из наших предыдущих публикаций [5].

Заключение

Предлагаемая нами структурно-функциональная модель ФХП отражает взаимосвязанную деятельность педагога-предметника и бакалавра в информационно-деятельностной среде смешанного обучения, содержательное наполнение которой – актуальная задача преподавателей химических дисциплин и вуза в целом. Модель призвана обеспечить реализацию в учебном процессе как общесистемных (социальных, прогностических) функций, так и функций дидактико-методических (проектировочной, образовательной, развивающей, воспитательной, организационно-управленческой и оценочно-корректировочной). Предусмотренное моделью освоение предметного, методологического инвариантов и вариативного компонента ФХМ реализуется посредством гибкого сочетания работы бакалавров на аудиторных занятиях с их самостоятельной подготовкой в ЭОК. Модернизация лекционных курсов и практических занятий на основе видеоконференций, технологий Web 2.0, современных педагогических проектно-исследовательских технологий, технологий развития критического мышления, последовательного включения элементов исследовательской деятельности в лабораторный химический практикум способствует формированию химической компетенции студентов, компонентов ОК, ОПК и ПК. Модель может быть использована для модернизации ФХП бакалавров, обучающихся по различным программам технико-технологических направлений подготовки.

Список использованных источников

1. Рыбакина Н. А. Образовательная компетенция: сущность и педагогическая модель формирования в контексте непрерывного образования // Об-

разование и наука. 2018. Т. 20, № 5. С. 32–55. DOI: 10.17853/1994–5639–2018–5–32–55

2. Ершова О. В., Чупрова Л. В. Теоретические аспекты проблемы качества химической подготовки студентов технического университета // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология. 2015. № 3 (22). С. 82–85.

3. Вострикова Н. М., Безрукова Н. П. О введении методологических знаний в фундаментальную подготовку бакалавров – будущих инженеров // Высшее образование сегодня. 2014. № 2. С. 19–24.

4. Хайбрахманова Д. Ф., Сечина Г. А. Технология совершенствования форм организации учебной деятельности в системе подготовки специалистов технического вуза // Современные проблемы науки и образования. 2006. № 1 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=116> (дата обращения: 03.10.2018)

5. Вострикова Н. М. Возможности модели смешанного обучения в химической подготовке будущих бакалавров металлургического направления // Открытое и дистанционное образование. 2018. № 1 (69). С. 5–11. DOI: 10.17223/16095944/69/1.

6. Безрукова Н. П. Современные информационно-коммуникационные технологии в обучении химическим дисциплинам в высшей школе. Красноярск: КГПУ им. В. П. Астафьева, 2016. 148 с.

7. Егорова Г. И. Проектирование процесса интеллектуального развития бакалавров в условиях технического вуза // Академия профессионального образования. 2016. № 5 (59). С. 28–35.

8. Гавронская Ю. Ю. Средовый подход к построению интерактивного обучения специальным химическим дисциплинам студентов педагогического вуза // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. 2007. Т. 8, № 38. С. 171–185.

9. Иртуганова Э. А., Сопин В. Ф., Гармонов С. Ю. Компетентностный подход к процессу изучения химических дисциплин как один из путей повышения качества высшего профессионального образования // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 16. С. 286–291.

10. Вострикова Н. М., Безрукова Н. П. Компьютерные тренажеры в организации самостоятельной работы студентов при изучении химических дисциплин // Химическая технология. 2009. Т. 10, № 10. С. 635–639.

11. Князева Е. М., Юрмазова Т. А., Муратова Е. А. Использование тестовых технологий в образовательном процессе // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 3 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8833> (дата обращения: 19.08.2018).

12. Балашова О. М., Курдюмов Г. М., Лобанова В. Г., Цереветинова Т. С., Чернова О. П. Компьютерные программы для дистанционного обучения химическим дисциплинам // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2010. Т. 53, № 8. С. 133–135.

13. Безрукова Н. П. К вопросу о повышении качества обучения химическим дисциплинам в вузе // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2006. № 11. С. 380–385.

14. Терюшева С. А. Особенности применения виртуальных лабораторий в учебном процессе технического вуза по химии // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки. 2017. № 1 (39). С. 153–161.
15. Кольцова Э. М., Сиплатова Е. А., Филиппова Е. Б. Особенности разработки виртуального лабораторного практикума по неорганической химии // Информационные ресурсы России. 2015. № 3. С. 33–36.
16. Agustian H. Y., Seery M. K. Reasserting the role of pre-laboratory activities in chemistry education: a proposed framework for their design // Chemistry Education Research and Practice. 2017. Vol. 18. Iss. 4. P. 518–532. DOI: 10.1039/C7RP00140A
17. Teo T. W., Tan K. C. D., Yan Y. K., Teo Y. C., Yeo L. W. How flip teaching supports undergraduate chemistry laboratory learning // Chemistry Education Research and Practice. 2014. Vol. 15. Iss. 4. P. 550–567. DOI: 10.1039/C4RP00003J
18. Elsen M., Visser-Wijnveen G. J., van der Rijst R. M., van Driel J. H. How to strengthen the connection between research and teaching in Undergraduate University Education // Higher Education Quarterly. 2009. Vol. 63. Iss. 1. P. 64–85. DOI: 10.1111/j.1468-2273.2008.00411.x
19. Вострикова Н. М., Безрукова Н. П. О содержании фундаментальной химической подготовки бакалавров технико-технологических направлений в современных условиях // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 7. С. 183–188.
20. Безрукова Н. П. Теоретико-методологические аспекты модернизации обучения аналитической химии в высшей школе // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2006. № 10. С. 384–389.
21. Безрукова Н. П., Безруков А. А., Нейверт Ю. В. Информационно-деятельностный подход к развитию информационной компетенции студентов магистерских программ естественнонаучного цикла педагогического образования // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 4/1. С. 35–39.
22. Вострикова Н. М., Безрукова Н. П. К вопросу о современной образовательной среде химической подготовки студентов – будущих инженеров горно-металлургической отрасли // Химическая технология. 2016. Т. 17, № 2. С. 89–96.
23. Weaver G. C., Sturtevant H. G. Design, implementation, and evaluation of a flipped format general chemistry course // Journal of Chemical Education. 2015. Vol. 92. Iss. 9. P. 1437–1448. DOI:10.1021/acs.jchemed.5b00316
24. Mooring S. R., Mitchell C. E., Burrows N. L. Evaluation of a flipped, large-enrollment organic chemistry course on student attitude and achievement // Journal of Chemical Education. 2016. Vol. 93. P. 1972–1983. DOI: 10.1021/acs.jchemed.6b00367
25. Вострикова Н. М., Безрукова Н. П. Учебные химические тексты как средство развития критического мышления студентов – будущих металлургов // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, № 8. С. 342–348.

26. Vostrikova N. M. Potential of Technology of Critical Thinking Development for Upgrading University Lecture Course of Chemistry // Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences. 2012. Т. 5, № 7. Р. 1046–1055.

27. Безрукова Н. П., Вострикова Н. М., Безруков А. А. Современная лекция по естественнонаучной дисциплине – какой ей быть? // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 3 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=24591> (дата обращения: 03.10.2018).

References

1. Rybakina N. A. Educational competence: The essence and pedagogical model of formation in the context of continuing education. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2018; 20 (5): 32–55. (In Russ.)

2. Ershova O. V., Chuprova L. V. Theoretical aspects of the problem of quality of chemical training of students of technical University. *Vektor nauki Tol'yatinskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pedagogika, psihologiya. = Vector of Science of Togliatti State University. Series: Pedagogy, Psychology*. 2015; 3 (22): 82–85. (In Russ.)

3. Vostrikova N. M., Bezrukova N. P. On the introduction of methodological knowledge in the fundamental training of bachelors-future engineers. *Vysshee obrazovanie segodnya = Higher Education Today*. 2014; 2: 19–24. (In Russ.)

4. Khaibrakhmanov D. F., Sechin G. L. The technology of improvement of forms of organization of educational activities in training of specialists of technical University. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education* [Internet]. 2006 [cited 2018 Oct 03]; 1. Available from: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=116> (In Russ.)

5. Vostrikova N. M. Possibilities of model of the blended learning in chemical training of future bachelors of the metallurgical direction. *Otkrytoye i distantsionnoye obrazovaniye = Open and Distance Education*. 2018; 1 (69): 5–11. DOI: 10.17223/16095944/69/1 (In Russ.)

6. Bezrukova N. P. Sovremennye informacionno-kommunikacionnye tehnologii v obuchenii himicheskim disciplinam v vysshej shkole = Modern information and communication technologies in teaching chemical disciplines in higher education. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev; 2016. 148 p. (In Russ.)

7. Egorova G. I. Design of the process of intellectual development of bachelors in the conditions of technical University. *Akademiya professional'nogo obrazovaniya = Academy of Professional Education*. 2016; 5 (59): 28–35. (In Russ.)

8. Gavronskaya Y. Y. Environmental approach to the building interactive training in special chemical disciplines for students of pedagogical high school. *Izvestiya RGPU im. A. I. Gercena = Izvestia: Herzen University Journal of Humanities & Sciences*. 2007; 8 (38): 171–185. (In Russ.)

9. Irtuganova E. A., Sopin V. F., Garmonov S. Yu. Competence-based approach to the study of chemical disciplines as a way of improving the quality of higher professional education. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of Kazan Technological University*. 2011; 16: 286–291. (In Russ.)

10. Vostrikova N. M., Bezrukova N. P. Computer simulators in the organization of independent work of students in the study of chemical disciplines. *Khimicheskaya tekhnologiya* = *Chemical Technology*. 2009; 10 (10): 635–639. (In Russ.)
11. Knyazeva E. M., Urazova T. A., Muratova E. A. The use of testing technologies in educational process. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = *Modern Problems of Science and Education* [Internet]. 2013 [cited 2018 Oct 03]; 3. Available from: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8833> (In Russ.)
12. Balashova O. M., Kurdyumov G. M., Lobanova V. G., Tserevitinov T. S., Chernova O. P. Computer programs for distance learning chemical subjects. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Seriya: Himiya i himicheskaya tekhnologiya* = *News of Higher Educational Institutions. Series: Chemistry and Chemical Technology*. 2010; 53 (8): 133–135. (In Russ.)
13. Bezrukova N. P. On the issue of improving the quality of teaching chemical disciplines in higher education. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University*. 2006; 11: 380–385. (In Russ.)
14. Terusheva S. A. Peculiarities of using virtual laboratories in the educational process of technical universities in chemistry. *Izvestiya Baltijskoj gosudarstvennoj akademii rybopromyslovogo flota: psihologo-pedagogicheskie nauki* = *Proceedings of the Baltic Fishing Fleet State Academy: Psychological And Pedagogical Sciences*. 2017; 1 (39): 153–161. (In Russ.)
15. Koltsova E. M., Sipatova E. A., Filippova E. B. Peculiarities of development of virtual laboratory workshop on inorganic chemistry. *Informacionnye resursy Rossii* = *Information Resources of Russia*. 2015; 3: 33–36. (In Russ.)
16. Agustian H. Y., Seery M. K. Reasserting the role of pre-laboratory activities in chemistry education: A proposed framework for their design. *Chemistry Education Research and Practice*. 2017; 18 (4): 518–532. DOI: 10.1039/C7RP00140A
17. Teo T. W., Tan K. C. D., Yan Y. K., Teo Y. C., Yeo L. W. How flip teaching supports under-graduate chemistry laboratory learning. *Chemistry Education Research and Practice*. 2014; 15 (4): 550–567. DOI: 10.1039/C4RP00003J
18. Elsen M., Visser-Wijnveen G. J., van der Rijst R. M., van Driel J. H. How to strengthen the connection between research and teaching in undergraduate university education. *Higher Education Quarterly*. 2009; 63 (1): 64–85. DOI: 10.1111/j.1468-2273.2008.00411.x
19. Vostrikova N. M., Bezrukova N. P. On the content of fundamental chemical training of bachelors of technical and technological directions in modern conditions. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii* = *Modern Science-Intensive Technologies*. 2018; 7: 183–188. (In Russ.)
20. Bezrukova N. P. Theoretical and methodological aspects of modernisation of teaching analytical chemistry in higher education. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. 2006; 10: 384–389. (In Russ.)
21. Bezrukova N. P., Bezrukov A. A., Nejvert Yu. V. Information-and-activity-based approach to the development of information competence of students of

natural science cycle master's programmes of pedagogical education. *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya* = *International Journal of Experimental Education*. 2015; 4/1: 35–39. (In Russ.)

22. Vostrikova N. M., Bezrukova N. P. To the question of the modern educational environment for the chemical training of students – future engineers of the mining and metallurgical industry. *Khimicheskaya tekhnologiya* = *Chemical Technology*. 2016; 17 (2): 89–96. (In Russ.)

23. Weaver G. C., Sturtevant H. G. Design, implementation, and evaluation of a flipped format general chemistry course. *Journal of Chemical Education*. 2015; 92 (9): 1437–1448. DOI: 10.1021/acs.jchemed.5b00316

24. Mooring S. R., Mitchell C. E., Burrows N. L. Evaluation of a flipped, large-enrollment organic chemistry course on student attitude and achievement. *Journal of Chemical Education*. 2016; 93: 1972–1983. DOI: 10.1021/acs.jchemed.6b00367

25. Vostrikova N. M., Bezrukova N. P. Educational chemical texts as a means of development of critical thinking of students – future metallurgists. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta* = *Bulletin of Kazan Technological University*. 2014; 17 (8): 342–348. (In Russ.)

26. Vostrikova N. M. Potential of technology of critical thinking development for upgrading university lecture course of chemistry. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. 2012; 5 (7): 1046–1055.

27. Bezrukova N. P., Vostrikova N. M., Bezrukov A. A. Modern lecture on natural science discipline – what should it be? *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = *Modern Problems of Science and Education* [Internet]. 2016 [cited 2018 Oct 03]; 3. Available from: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=24591> (In Russ.)

Информация об авторе:

Вострикова Наталья Михайловна – кандидат технических наук, доцент кафедры фундаментального естественнонаучного образования Института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета, Красноярск, Россия. E-mail: vnatali59@mail.ru

Статья поступила в редакцию 07.10.2018; принята в печать 17.04.2019.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Information about the author:

Natalia M. Vostrikova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Fundamental Science Education, Institute of Nonferrous Metals and Material Science, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia. E-mail: vnatali59@mail.ru

Received 07.10.2018; accepted for publication 17.04.2019.

The author has read and approved the final manuscript.