

ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ХИМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ АГРАРНЫХ ВУЗОВ В РОССИИ

М.В. Григорьева, С.Л. Белопухов

Аннотация. *Существующая система химической подготовки студентов аграрных вузов нуждается в модернизации. Для того, чтобы определить эффективную траекторию изменений, необходимо понимание причин сложившегося кризиса, рассмотрение опыта преодоления предыдущих критических ситуаций, а также определение «сильных» сторон педагогической системы с целью их сохранения. Для решения этих задач оптимальным может быть исторический подход. Целью исследования являлось структурирование истории становления системы химической подготовки специалистов-аграриев в России; раскрытие организационных, методических, содержательных, мировоззренческих характеристик каждого этапа; выявление причин сложившегося в настоящее время кризиса. На основании документов и трудов по более чем полуторавековой истории системы химической подготовки студентов аграрных вузов нашей страны выделено 6 этапов, которые имеют отличия в ключевых мировоззренческих характеристиках, особенностях организации и методики преподавания, содержательном наполнении. Показано, что в основе существующей системы химической подготовки студентов аграрных вузов лежит немецкая классическая университетская система обучения химии с широким использованием эксперимента, адаптированная для сельскохозяйственных направлений специальностей. Отмечено, что наиболее значимыми факторами, оказавшими влияние на развитие системы преподавания химических дисциплин, были: увеличение числа аграрных вузов в стране; химизация сельского хозяйства; экологические проблемы; экономический кризис. Сильными сторонами системы является фундаментальность, широкое использование химического эксперимента, позволяющие сформировать не только набор знаний, но и научный способ мышления в сфере физико-химических процессов. Сложившийся в настоящее время кризис определяется в основном двумя факторами: уменьшением в последние два десятилетия химической подготовки, что привело к поверхностным знаниям выпускников; необходимостью новой парадигмы — переходу к принципам «зеленой химии» (GCE).*

Ключевые слова: преподавание химии, история преподавания химии, аграрные вузы, учебники химии.

© Григорьева М.В., Белопухов С.Л., 2022



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Для цитирования: Григорьева М.В., Белопухов С.Л. Этапы становления системы химической подготовки студентов аграрных вузов в России // Преподаватель XXI век. 2022. № 2. Часть 2. С. 288–313. DOI: 10.31862/2073-9613-2022-2-288-313

STAGES OF FORMING A SYSTEM OF CHEMICAL TRAINING FOR AGRARIAN UNIVERSITY STUDENTS IN RUSSIA

M.V. Grigoryeva, S.L. Belopukhov

Abstract. *The existing system of chemical training for students of agrarian universities needs modernization. In order to define an effective trajectory of change, it is necessary to understand the causes of the current crisis, to consider the experience of overcoming previous critical situations, as well as to determine the “strengths” of the pedagogical system in order to preserve them. To solve these problems the historical approach may be optimal. The aim of the study was to structure the history of forming the system of chemical training of agricultural specialists in Russia; to disclose organizational, methodological, content, outlook characteristics of each stage; to identify the causes of the current crisis. On the basis of the documents and proceedings of more than a century and a half history of the system of chemical training of students of agrarian higher educational institutions of our country 6 stages were singled out, which differ in key outlook characteristics, peculiarities of organization and teaching methods and content. It was shown that the basis of the existing system of chemical training of students of agrarian universities is the German classical university system of teaching chemistry with extensive use of the experiment, adapted for agricultural specialties. It has been noted that the most significant factors which influenced the development of the system of teaching chemical disciplines were as follows: increase in number of agrarian universities in the country; chemicalization of agriculture; ecological problems; economic crisis. The strengths of the system are fundamentality, extensive use of chemical experiments, allowing to form not only a set of knowledge, but also a scientific way of thinking in the field of physical and chemical processes. The current crisis is mainly determined by two factors: the decrease in chemical training in the last two decades, which led to a superficial knowledge of graduates; the need for a new paradigm – the transition to the principles of “green chemistry” (GCE).*

Keywords: *teaching chemistry, history of teaching chemistry, agricultural universities, chemistry textbooks.*

Cite as: Grigoryeva M.V., Belopukhov S.L. Stages of Forming a System of Chemical Training for Agrarian University students in Russia. *Prepodavatel XXI vek*. Russian Journal of Education, 2022, No. 2, part 2, pp. 288–313. DOI: 10.31862/2073-9613-2022-2-288-313

Значение химической подготовки для специалиста-агрария сложно переоценить. Знание физико-химических процессов, протекающих в агросфере, и способность управлять этими процессами составляют основу профессиональной грамотности специалиста сельскохозяйственного профиля. Разработка и внедрение современных агротехнологий и систем защиты растений, мониторинг агрохимических показателей почвы, контроль качества продукции, экологическая грамотность — неполный перечень компетенций специалиста АПК (агропромышленного комплекса), для формирования которых необходимы химические дисциплины.

В настоящее время в химической подготовке специалистов аграрного сектора наблюдается ряд противоречий, требующих решения. Детальное обоснование этого заключения представлено в исследованиях [1–4]. Это подтверждают опросы, проводимые среди работающих специалистов агропромышленного комплекса [5]. Ключевыми противоречиями выделены следующие:

1) экологические проблемы требуют компетентности специалистов в области «зеленых» технологий, формирование которой связано с химическими знаниями. Существующая химическая подготовка, сложившаяся в период ориентации сельского хозяйства на такие подходы, как химизация, не обеспечивает обучающихся готовностью к освоению и применению зеленых технологий;

2) агропромышленный комплекс нуждается в специалистах, владеющих современными разнообразными методами химического и физико-химического анализа. Кроме того, есть еще ряд проблем, требующих для своего решения химической подготовки, например, химические и биотехнологии для глубокой переработки отходов сельскохозяйственного производства.

Развитию системы непрерывного химического образования России в целом посвящено исследование Е.В. Мальцевой [6], где выделено семь исторических периодов. Среди них автор выделяет «реформационные», когда содержание, принципы, методические подходы в химическом образовании изменялись не только динамично, но и относительно непредсказуемо, причём нередко в связи с внешними факторами, и «эволюционные», на протяжении которых изменения в развитии химического образования определялись внутренней логикой его развития, поисками и достижениями учёных, методистов, преподавателей вузов и учителей школ. В соответствии с целями своего исследования автор изучает закономерности развития системы преподавания химии в средней и высшей школе нашей страны. Отдельного рассмотрения системы химической подготовки для студентов сельскохозяйственных специальностей в исследовании нет.

Более чем полуторазековая история становления системы химической подготовки студентов аграрных вузов нашей страны представляет ценнейший опыт для педагогов и исследователей, перед которыми стоят современные задачи по модернизации этой системы.

История химических кафедр аграрных вузов неоднократно описывалась учеными, однако преимущественно описывались научные достижения. И это не удивительно, потому что открытия и научные школы впечатляют и заслуживают внимания. На химических кафедрах аграрных вузов работали замечательные ученые. Наиболее ярко проявили себя профессора химических кафедр Тимирязевской академии. Здесь сформировались всемирно известные школы химиков, основатели и крупнейшие представители которых прославили отечественную химическую

науку. Это ученые П.А. Ильенков и Г.Г. Густавсон, академики И.А. Каблуков и Н.Я. Демьянов, профессора Е.Н. Гапон (современная протонно-нейтронная теория строения атомного ядра), Н.В. Вильямс, В.В. Вильямс, И.И. Грандберг, Р.А. Хмельницкий, И.Н. Заозерский и др. Об этих ученых и их научном творчестве рассказывают работы [7–10]. Талантливые химики работали и в других аграрных вузах страны: заслуженный деятель науки РФ, доктор химических наук, профессор Кубанского сельскохозяйственного института И.К. Цитович, доктор химических наук, профессор Ставропольского аграрного университета А.В. Брыкалов, профессор химии Петербургского земледельческого института А.Н. Энгельгардт и др.

Педагогической составляющей исследователями исторического наследия химических кафедр уделялось несколько меньшее внимание. Как правило, существующие исследования показывают методические аспекты работы отдельных кафедр. Например, в трудах проф. С.Н. Смарикина представлена детальная информация о становлении системы преподавания неорганической химии в Российском государственном аграрном университете — МСХА им. К.А. Тимирязева [11]. Очевидна необходимость в обобщающем исследовании, анализирующем процесс зарождения, становления, изменения системы химической подготовки студентов аграрных вузов. Необходимо понимание движущих сил развития системы химической подготовки в нашей стране на каждом историческом этапе, а также причин, вызвавших кризис на текущем этапе. Очень важным является определение «сильных» сторон отечественной системы преподавания химических дисциплин, которая помогала нашему сельскому хозяйству неоднократно преодолевать разнообразные кризисы. Эти знания

нужны для построения обновленной системы химической подготовки аграриев, ориентированной на принципы устойчивого развития и «зеленые» технологии.

Основными задачами исследования, результаты которого были положены в основу данной статьи, стало определение основных этапов становления и развития системы химической подготовки специалистов-аграриев и раскрытие организационных, методических, содержательных, мировоззренческих характеристик каждого из них; определение причины сложившегося кризиса в химической подготовке специалистов аграрного профиля; выделение сильных сторон системы преподавания химических дисциплин в аграрных вузах нашей страны.

Методологическую основу исследования составили идеи философии и психологии о профессиональной деятельности, а также методологические подходы в образовании: системный, компетентностный, деятельностный, акмеологический. В своем исследовании мы опирались на: теорию моделирования специалиста (Б.С. Гершунский, А.А. Реан, Н.Ф. Талызина), теоретические основы формирования структуры и содержания профессионального образования (Ю.К. Бабанский, В.П. Беспалько, В.С. Леднев, И.Я. Лернер, М.Н. Скаткин и др.), общую концепцию химической подготовки обучающихся и преподавания химических дисциплин (М.В. Горский, О.С. Зайцев, А.А. Макаренко, М.С. Пак, В.В. Сорокин, Н.Н. Суртаева, Г.М. Чернобильская и др.), концепцию развития химического образования в России Е.В. Мальцевой.

Базой исследования стали: документы, характеризующие процесс преподавания химических дисциплин в аграрных вузах (программы учебных дисциплин, журналы заседаний Ученого совета, стенограммы пленумов и др.), и исследования,

посвященные истории развития химического образования в России и в зарубежных странах (С.Л. Белопухов, Е.В. Мальцева, С.Н. Смартыгин, Н.М. Пржевальский и др.)

На основании изученных документов и исследований, связанных с историей развития системы преподавания химических дисциплин в аграрных вузах России, были выделены следующие периоды, характеризующиеся различиями в ключевых характеристиках педагогической системы, особенностях организационной структуры и методики преподавания, а также в предпочтениях содержательного наполнения химических дисциплин.

1 этап (1865–1875 гг.). История зарождения концепции химической подготовки специалистов-аграриев в нашей стране берет свое начало с образования кафедры химии в первом аграрном вузе России (1865 г.) — Петровской земледельческой и лесной академии (в настоящее время — Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева).

В качестве небольшого отступления следует отметить некоторые особенности состояния химического образования предшествующего исторического периода. В Европе и России развитие научной химической мысли было довольно интенсивным. Развитие промышленности, военного дела, а также функционирование университетов и лабораторий стимулировало научные исследования в области химии. Соответственно, развивалось и химическое образование. В России, несмотря на сделанные в это время крупнейшие открытия (теория химического строения А.М. Бутлерова (1861 г.), периодический закон Д.И. Менделеева (1869 г.)), естественное (кроме физики) как образовательная область было не особенно

популярным. В России в XIX в. химия не была обязательным учебным предметом в гимназиях [12], хороших учебников по химии на русском языке было мало. Приведем цитату Г.И. Гесса, который, создавая свой учебник «Основания чистой химии» [13; 14], отмечал, что химию изучать совершенно невозможно по одной важной причине: «Недостаток сей состоит в хороших книгах, которых по части Химии нет поныне ни одной (курсив Гесса) на Российском языке». Конец же XIX и начало XX века станут периодом появления большого числа учебных книг по химии на русском языке.

Понимание значения химических дисциплин как фундамента сельскохозяйственного образования было уже в момент формирования первого аграрного вуза нашей страны. Об этом свидетельствует и тот факт, что в годы создания Петровской земледельческой и лесной академии в разработке Устава в числе прочих принимал участие и ученый-химик, профессор Павел Антонович Ильенков. Кафедра химии была сформирована сразу же при образовании академии, и химия была одной из 15 дисциплин, которые начали преподавать в академии с самого первого дня обучения студентов. Для нужд кафедры была организована химическая лаборатория, игравшая важную роль в познании химии студентами академии. По оценке некоторых исследователей [11, с. 72], это была лучшая на то время в Москве химическая лаборатория. В период становления вуза кафедра химии была единой. В первое десятилетие работы кафедры ключевую роль играли профессора: Павел Антонович Ильенков, преподававший неорганическую и аналитическую химию, Николай Эрастович Лясковский, преподававший органическую и агрономическую химию. Оба профессора были учениками великого

немецкого химика Юстуса Либиха. Поэтому первые преподавательские традиции химической подготовки студентов-аграриев — концепция изучаемых дисциплин, взгляды в науке, организация лаборатории — опирались на европейскую научно-педагогическую традицию, в частности, на взгляды Ю. Либиха. Профессор П.А. Ильенков в период своей работы в лаборатории Юстаса Либиха и в дальнейшем в своей работе «Либих и его значение для сельского хозяйства» [15] отмечал, что Либих в образовательной деятельности не ограничивался только чтением лекций, а настаивал на том, что для плодотворного изучения химии необходимо, чтобы обучающийся «собственными экспериментальными упражнениями ознакомился с химическими фактами и методами их исследования» [15]. Наверное, поэтому важность химического практикума в обучении студентов неоднократно подчеркивалась и реализовывалась на практике преподавателями первого аграрного вуза нашей страны. Зародилась и на долгие годы прижилась традиция использования лекционных демонстраций. П.А. Ильенков перевел на русский язык основополагающую для современного сельского хозяйства работу Ю. Либиха «Химия в приложении к земледелию и физиологии». В 1872 г. были изданы «Лекции агрономической химии», где интегрировался педагогический опыт П.А. Ильенкова в Петровской академии и глубокое изучение им научного наследия Ю. Либиха. Что касается учебно-исследовательской деятельности обучающихся, следует отметить, что студентов самостоятельными научными исследованиями предпочитали не отвлекать, считая, что краткий трехлетний срок обучения не позволяет без ущерба общим целям академического образования заниматься исследовательскими проектами. По словам

профессоров того времени, не нужно заменять систематическое изучение теоретических и практических вопросов науки исследованиями, которые только кажутся самостоятельными, ограничивая тем самым научный кругозор будущих специалистов узкой тематикой предпринимаемого ими исследования [11].

Считаем данное десятилетие периодом зарождения системы химической подготовки студентов аграрных вузов. Система преподавания химии была создана на основе классической системы обучения химии, сложившейся к тому времени в Европе. Профессора кафедры химии Петровской академии применили и адаптировали ее для студентов-аграриев.

2 этап (1876-1918 гг.) — этап становления системы преподавания химии для будущих аграриев. В 1875 г. произошло разделение кафедры химии на две: кафедру неорганической и аналитической химии и кафедру органической и агрономической химии. Отметим, что в Московском университете подобное разделение произошло в это же время.

Дальнейшее развитие системы преподавания неорганической и аналитической химии в Петровской академии связано с именем профессора Эмиля Богдановича Шёне, органической и агрономической химии — Гавриила Гавриловича Густавсона.

Отслеживая истоки, обратим внимание на то, что до назначения заведующим кафедрой в Петровской академии Г.Г. Густавсон в течение 10 лет работал в лабораториях Д.И. Менделеева и А.М. Бутлерова [16], поэтому система преподавания органической химии, сложившаяся в первом аграрном вузе России, опирается на традиции, заложенные этими великими учеными. Г.Г. Густавсон известен своими научными изысканиями в области изучения механизмов реакций органических веществ, его именем названа реакция

получения циклопропана и гомологов (реакция Густавсона). В академии Г.Г. Густавсон составил первую самостоятельную программу по агрохимии и сельскохозяйственному анализу. Прочитанный им по этой программе курс был дважды издан под названием «Двадцать лекций агрономической химии» [17]. Данный курс стал классическим и служил основой преподавания агрохимии до 1931 г.

Э.Б. Шёне обучался в Берлине у знаменитых немецких ученых Генриха Розе (один из ведущих химиков-аналитиков XIX века) и Карла Раммельсберга (авторитет в области химии минералов). Это позволило, по словам В.В. Марковникова, достичь «правильного лабораторного преподавания химии» [11]. За долгие годы самоотверженного труда этот человек немало привнес в образовательный процесс. Отметим наиболее яркие особенности. Во-первых, это развитие системы лекционных демонстраций, во-вторых, идеальный порядок в ведении лаборатории, активное использование лаборатории в учебных целях при высокой доле самостоятельности обучаемых, обязательность лабораторных занятий по аналитической химии для студентов, оценка практических работ по аналитической химии на основании письменного отчета студентов с предоставлением результатов анализов. До сих пор студенты РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева ведут лабораторный журнал, защищают лабораторные работы, без выполнения которых студенты не допускаются к сдаче экзамена. В лекциях Э.Б. Шёне уделял внимание истории химических открытий (считал важным знакомить студентов с логикой научных открытий) и новейшим достижениям науки, подчеркивал значение химии в образовании специалиста-агрария. Приведем цитату: «Она (химия) принадлежит к числу наиболее важных

основных наук академического курса» [18, с.121]. Э.Б. Шёне стал первым историком Петровской академии, он написал «Материалы для истории Петровской академии» [19].

Сохранившиеся документы позволяют узнать, что именно изучали студенты Петровской академии почти полтора века назад. Мы видим классические университетские курсы химических дисциплин, позволяющие в полной мере освоить эту науку, а также научный подход к изучению природы и процессов в ней. Элементы профилизации дисциплин мы можем наблюдать уже на 1 курсе. Например, в курсе аналитической химии после изучения частных реакций отдельных элементов каждой аналитической группы и решения задач по определению неизвестных составных частей смесей, образуемых несколькими из тех веществ, реакции которых были ими изучены, осуществлялись определения качественного состава разных веществ, таких как зола растительных и животных тел, минералов, почв, вод, разных искусственных изделий, например, стекла, фарфора, глины, сырых металлов, сплавов, продажных химических препаратов и т. п. [20, с. 27–54].

Документы свидетельствуют о том, что практикум по аналитической химии в Петровской академии был весьма и весьма объёмным, позволяющим экспериментально изучить методы качественного и количественного анализа.

Логичен вопрос о количестве часов, отводимых на изучение дисциплин. Так, на лекции по аналитической химии в осеннем семестре отводилось 3 часа в неделю, в весеннем семестре — 1 час в неделю. В осеннем семестре изучался качественный анализ, в весеннем — количественный. Количество часов, отводимых на выполнение практических работ, четко не регламентировалось. Студенты могли

прийти в лаборатории, которые были открыты примерно 9 часов в день, и выполнять свои практические задания под наблюдением ассистента. Э.Б. Шёне, оценивая временные затраты студента на выполнение лабораторных работ, полагал, что обучающийся средних способностей будет заниматься по 12 часов в неделю в течение двух семестров. Учитывая, что работы студенты выполняли самостоятельно, часы их пребывания в лаборатории жестко не ограничивались, мы можем предположить, что те, кто осваивал данный курс, приобретали знания и умения по аналитической химии высокого уровня.

По неорганической химии распределение часов было следующим: 6 часов лекций в неделю в осеннем семестре и 4 часа в неделю в весеннем семестре. Практических занятий по этой дисциплине до 1896/97 гг. не было.

В 1894 году Петровская академия была закрыта и открыта вновь под названием Московский сельскохозяйственный институт. Начинался исторический этап, насыщенный крупнейшими переворотными событиями в стране, что во многом касалось и аграрного образования. Далее довольно продолжительное время руководить химическими кафедрами будут выпускники Московского университета, что окажет свое влияние на особенности образовательного процесса.

Коновалов Михаил Иванович, будучи заведующим кафедрой неорганической химии, впервые ввел практические занятия по этой дисциплине (до этого времени по неорганической химии были только лекции). Сохранившиеся документы позволяют познакомиться с целями практических занятий. Например, по неорганической химии среди целей практических занятий мы видим такие, как самостоятельная демонстрация положений и свойств веществ, которые изучались на

лекциях; обучение умению выделять главное в каждом эксперименте, то есть, кроме изучения основ науки, большое внимание уделялось формированию у обучающихся научного мышления, осмыслению и пониманию изученного материала. Если рассмотрим перечень лабораторных работ по этой дисциплине [11, с. 76–77], мы удивимся объёму практикума и уровню сложности предлагаемых к выполнению работ. К вопросу о дифференциации обучения добавим, что, кроме обязательных к выполнению опытов, были дополнительные, а также рекомендованные для особо интересующихся химией студентов.

Таким образом, период становления системы преподавания химических дисциплин в аграрных вузах характеризуется такими процессами, как установление оптимального количества часов, отводимых на изучение дисциплин; определение форм занятий и методов обучения. Сложившаяся к концу описываемого периода система была классической университетской, обеспечивающей полноценную для того исторического промежутка подготовку по химическим дисциплинам.

3 этап (1919–1945 гг.). Развертывание советской аграрной системы шло в период с 1917 по 1940 гг. и фактически было завершено к началу Второй мировой войны [21]. В советское время перед высшей аграрной школой были поставлены задачи, вытекавшие из общих народнохозяйственных задач страны. Основными направлениями развития определялись интенсификация сельского хозяйства, коллективизация (укрупнение хозяйств) и его химизация. Роль химических знаний в аграрном образовании была высока. Через непродолжительное после революции время, в 20–30 гг. XX века, новая власть направляет вектор развития экономики страны на рельсы химизации.

Согласно документам [22], наряду с развитием химической промышленности важное внимание уделяется сельскохозяйственной отрасли. Назывались такие цели, как решение проблем известкования и фосфорирования почв, расширение научно-исследовательских и опытных работ по изучению и применению новых ядов по защите растений, производство и применение химических удобрений. Одной из задач указана соответствующая подготовка и переподготовка агроперсонала. Таким образом, первая особенность данного этапа — появление направленности на химизацию, решение сельскохозяйственных задач средствами химии. Агрохимия получит толчок к своему развитию, возрастет число исследований на эту тему.

Вторая особенность заключается в увеличении масштабов сельскохозяйственного образования и, соответственно, его составляющей — системы химической подготовки. Отметим, что в начале XX века в стране появляются новые учебные заведения аграрного профиля. В сентябре 1904 г. в Санкт-Петербурге были открыты Высшие женские сельскохозяйственные курсы, которые после Октябрьской социалистической революции в 1918 году были реорганизованы в Стебутовский институт сельского хозяйства и лесоводства (начало современного Санкт-Петербургского государственного аграрного университета). Инициатором их открытия был московский ученый и общественный деятель, профессор Петровской академии Иван Александрович Стебут. С первых дней работы курсов, несмотря на то, что время обучения составляло только 2 года, обучающимся преподавалась органическая химия. Вел ее К.И. Дебу, химик, переводчик, педагог, один из авторов Энциклопедического словаря Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона.

Чуть позже к рассмотренным ранее высшим учебным заведениям сельскохозяйственного профиля прибавились еще три: Вологодский институт молочного хозяйства (основанный в 1911 г.), Воронежский сельскохозяйственный институт им. К.Д. Глинки (основанный в 1913 г.) и Саратовские высшие сельскохозяйственные курсы (основанные в 1913 г.).

Спустя некоторое время после революционных событий 1917 г. увеличивается число обучающихся в Московской сельскохозяйственной академии, увеличивается число факультетов и число подготавливаемых специальностей. Страна, немного восстановившись, встает на рельсы экстенсификации и интенсификации сельского хозяйства, что приводит к появлению других аграрных вузов в стране.

После Октябрьской революции был открыт целый ряд аграрных вузов в разных регионах страны: Горский (1918, Орджоникидзе), Донской (1918, Персиановка Ростовской области), Омский им. С.М. Кирова (1918), Кубанский (1921, Краснодар), Ленинградский (1922), Оренбургский им. А.А. Андреева (1930), Ставропольский (1933), Новосибирский (1935), Ульяновский (1943), Сталинградский (позднее Волгоградский) (1944) и др. Организовывались они по подобию Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева. Химические дисциплины преподавались с первого дня обучения. Методика преподавания химических дисциплин в это время модернизируется в соответствии с требованиями времени, а именно становится пригодной для большого числа обучающихся.

Существенное влияние на систему химической подготовки в аграрных вузах нашей страны в этот период оказал Иван Алексеевич Каблуков, проработавший в Московском сельскохозяйственном институте 43 года (с 1899 г.). Он был

заведующим кафедрой неорганической и аналитической химии, особый интерес проявлял к физической химии и впоследствии организовал кафедру физической и коллоидной химии в академии. Работая в Московском сельскохозяйственном институте, тесно сотрудничал с Московским университетом. Ученик В.В. Марковникова, А.М. Бутлерова, стажировался в лаборатории Вильгельма Оствальда, был знаком с Сванте Аррениусом. С. Аррениус, автор теории электролитической диссоциации, оказал на него большое влияние и зародил интерес к физической химии.

И.А. Каблуков неоднократно подчеркивал, что специальные профессиональные знания могут быть качественно сформированы только при условии освоения базовых фундаментальных дисциплин — химии, физики, математики: «Без прочного фундамента нельзя построить прочного здания». В период работы И.А. Каблукова в сельхозакадемии шло становление системы преподавания фундаментальных дисциплин для будущих специалистов-аграриев, в том числе обсуждение соотношения специальных и фундаментальных дисциплин. Несмотря на неоднократные споры, происходившие в Совете института, все же сторонников сохранения фундаментальной подготовки, в том числе и химической, оказалось больше. Ранняя профилизация не была признана полезной. Фундаментальность подготовки обучающихся высшей школы стала одной из ведущих характеристик советского образования.

И.А. Каблуков является автором известного учебника «Основные начала неорганической химии». Первое издание (1900 г.) он готовил, работая в Императорском Московском инженерном училище, соответственно, для студентов этого учебного заведения. Далее учебник претерпевал изменения, переиздавался

13 раз. Девятое издание (1929 г.) получило гриф «Допущено Наркомпросом РСФСР в качестве руководства для высших учебных заведений».

Считаем важным остановиться на отдельных моментах, характеризующих структуру и содержание этого учебника, поскольку они иллюстрируют взгляды автора на концепцию и содержание учебной дисциплины. Эта концепция легла в основу принципов преподавания неорганической химии в МСХА и других аграрных вузах страны.

В первой главе «Введение» автор рассматривает информацию, необходимую для дальнейшего изучения и понимания неорганической химии: законы стехиометрии, сведения о химических уравнениях, основы атомно-молекулярной теории, условия протекания реакций. Этот прием станет традицией в отечественных учебниках химии. В главе, описывающей свойства воды и растворов, существенное внимание уделено природным водам. Намеченная, таким образом, тенденция к включению в учебники сведений о значении и поведении химических соединений в природе, продолжится и найдет свое отражение в последующих учебниках по неорганической химии, издаваемых как для студентов-аграриев [23], так и для студентов-химиков [24]. И.А. Каблуков впервые в русском учебнике упоминает новаторскую для того времени теорию электролитической диссоциации С. Аррениуса, что показывает желание автора вести преподавание дисциплины на самом актуальном уровне развития науки. Этот учебник стал основным по неорганической химии аграрных вузах примерно на 50 лет.

В 1940 г. вышло в свет издание, обобщившее накопленный к тому времени большой педагогический опыт И.А. Каблукова — «Курс лекций неорганической

химии, читанных в Московской сельскохозяйственной ордена Ленина академии имени К.А. Тимирязева» [25]. Уникальность этой учебной книги состоит в том, что в каждой главе изложен не только теоретический материал, но и описание опытов, подтверждающих теоретические положения. Это подтверждает сохранение традиции изучать химию экспериментально.

Понимание основополагающей роли физической химии в естествознании привело к появлению в 1929 г. в академии практикума по этой дисциплине, а затем и первой в сельскохозяйственном вузе кафедры физической и коллоидной химии. Таким образом, эта дисциплина вошла в число дисциплин, изучаемых будущими специалистами АПК.

И.А. Каблуков является автором еще одного (не менее значимого) учебника: «Основные начала физической химии», издаваемого в 1900–1912 гг. [26–28]. Это был один из первых учебников по физической химии, написанных на русском языке. При создании своего учебника по физической и коллоидной химии И.А. Каблуков в основном опирался на труды европейских современников, некоторые из них: W. Ostwald Lehrbuch der allgemeinen Chemie; W. Nernst Theoretische Chemie; Dr. A. Horstmann und dr. H. Landolt Lehrbuch der Physikalischen und Theoretischen Chemie, а также статьи, размещенные в специальных журналах. Следует отметить, что учебник не был специализирован для сельскохозяйственного вуза. Создавался он на основе опыта чтения лекций в Московском университете, и в предисловии не указано, для каких специальностей предназначается учебник. Это был опыт обобщения в учебных целях научного опыта, накопленного к тому времени. Учебник написан понятным, удобным для восприятия языком, не

перегружен математическими выкладками, при этом включены все достоверно доказанные в то время научные сведения в данной предметной области. Второе издание было дополнено задачами. Очень часто в учебнике видим ссылки на В. Оствальда.

Кафедрой органической химии в описываемый период руководил академик Николай Яковлевич Демьянов. Это выдающийся ученый, выпускник Московского университета, посвятивший работе в Тимирязевке почти полвека, которому принадлежит ряд известных открытий в органической химии. С середины 20-х годов XX века он создал школу химиков-органиков, которая стала одной из наиболее крупных и сильных в нашей стране, отличалась широким профилем исследований, была тесно связана с агрономией и биологией [7]. В этот период мы можем наблюдать интенсивный рост научной и педагогической мысли. Это подтверждают многочисленные награды и премии за научные достижения. В начале 30-х гг. при кафедре была создана биохимическая научно-исследовательская станция, работа которой продолжалась до 1941 г. Успешная научно-исследовательская работа коллектива кафедры сочеталась с созданием учебников, монографий, руководств, пособий (около 20), среди которых необходимо отметить следующие учебники: «Органическая химия» [29] и «Сельскохозяйственный анализ» [30] Н.Я. Демьянова; «Эфирные масла, их состав и анализ» Н.Я. Демьянова, В.И. Нилова и В.В. Вильямса [31]; «Химия растительных веществ» Н.Я. Демьянова и В.В. Феофилактова» [32]. Все перечисленные и большинство других изданий были первыми в нашей стране пособиями для обучающихся и научных работников.

В этот период агрохимия отделяется от химических кафедр. Отделение агрохимии

и почвоведения в Тимирязевской академии появляется в 1923 г., факультет агрохимии и почвоведения в 1929 г. Первую в стране кафедру агрохимии, которой суждено было сыграть ведущую роль в решении проблемы химизации земледелия нашей страны, создал ученик Г.Г. Густавсона Дмитрий Николаевич Прянишников в 1928 г. Благодаря этому талантливому ученому получила развитие советская агрохимическая наука, была создана агрохимическая школа. Кафедра агрохимии Тимирязевской академии под руководством Д.Н. Прянишникова сыграла большую роль в разработке методики преподавания агрономической химии как в ТСХА, так и в высших сельскохозяйственных учебных заведениях и университетах нашей страны и за рубежом. Ученые-агрохимики отмечают, что развитие агрохимии в Тимирязевке имеет прочную химическую основу [33], обусловленную высоким уровнем преподавания химии в академии.

В 1935 г. на кафедре неорганической химии появляется аспирантура, к научной работе приступают молодые исследователи, которых в то время называли выдвиженцами.

Программы по химическим дисциплинам начинают дифференцироваться для разных факультетов. Например, в 1936 г. программа по аналитической химии выходит в трех вариантах: для факультета агрохимии и почвоведения, факультета полеводства и плодовоовощного и зоотехнического [34–36]. Предлагаемая часовая нагрузка для разных факультетов сильно отличается: от 390 часов для факультета агрохимии и почвоведения до 110 часов для зоотехнического факультета. Можем отметить некоторые изменения в сторону увеличения часов, отводимых на изучение дисциплин, расширение объема изучаемого материала. Так, в 1940 г. при

переиздании программы число часов на лекции было увеличено с 16–20 до 16–30 часов. Кроме того, для студентов факультетов агрохимии и почвоведения в качественном анализе была добавлена III группа анионов.

Появляются программы по химическим дисциплинам, рекомендованные для всех вузов страны. Например, в 1935–1936 гг. вышли «Программа курса неорганической химии для сельскохозяйственных вузов» [37] и аналогичная программа по аналитической химии [38]. Таким образом, появляется направленность на реализацию принципа единообразия профессиональной подготовки в разных вузах.

Необходимость обучать большое число студентов повлияла на методические аспекты преподавания химических дисциплин. В Тимирязевской академии, например, внедряется и широко используется (с наличием соответствующих технических средств обучения) методика программированного контроля знаний студентов.

Таким образом, в этот период применение химии для решения задач в области сельского хозяйства стало более активным. Число научных исследований в этом направлении стремительно возросло. Несмотря на увеличившееся число обучающихся, химическая подготовка сохраняла свою фундаментальность и широкое применение эксперимента в обучении. Появилось много учебной литературы для аграриев химической направленности.

4 этап (1946–1990 гг.) — функционирование и совершенствование системы химической подготовки студентов аграрных вузов, пригодной для большого числа обучающихся, основной направленностью которой была химизация сельского хозяйства.

Годы войны, разумеется, внесли свои коррективы в функционирование системы

обучения студентов. Работа велась, но подчинялась она суровым требованиям времени. Были военные потери среди сотрудников химических кафедр, ушедших на фронт. В Московской ТСХА некоторые сотрудники были отправлены в эвакуацию. Те, кто остался в Москве, были заняты организацией при кафедре районной химической лаборатории, которая неоднократно удостоивалась благодарности от штаба МПВО г. Москвы. В 1942 г. при кафедре была организована спецхимлаборатория, предназначенная для военных исследований, помощи фронту. За плодотворную изобретательскую и рационализаторскую работу по созданию новых и усовершенствованию существующих образцов вооружения и снабжения Красной Армии начальнику и сотрудникам лаборатории была объявлена благодарность, и они были награждены.

В послевоенные годы некоторое время ушло на восстановление обычного образовательного процесса. Первая послевоенная программа по аналитической химии для сельскохозяйственных вузов вышла в 1949 г. [39]. Данная программа была составлена на основе учебника В.Н. Алексеева [40].

По неорганической химии основным учебником до 1951 г. является учебник И.А. Каблукова, далее основным учебником становится «Общая химия» Н.Л. Глинки. В 1963 г. появляется новый учебник «Неорганическая химия», написанный коллективом авторов (И.Н. Заозерским, Р.В. Котляровым, В.А. Полосиным, Ф.П. Платоновым, В.А. Рябковым, Г.А. Тер-Шмаоновым, М.Ю. Финогеновым) — сотрудников кафедры неорганической и аналитической химии ТСХА во главе с И.Н. Заозерским. Этот учебник уже является специализированным, он предназначен для студентов сельскохозяйственных вузов [41]. Следует

отметить, что авторы учебников по химии для сельскохозяйственных вузов не раз ставили задачу специализировать химическое содержание для специфики аграрной отрасли. В предисловии к этому учебнику автор указывает, что ставит перед собой такую цель: «По мысли авторов в учебнике по неорганической химии для сельскохозяйственных вузов должна быть отражена связь химии с сельскохозяйственным производством». Ответ на вопрос, была ли достигнута эта цель, на наш взгляд, наиболее квалифицированно дал профессор, преподававший неорганическую химию для аграриев в течение более чем 40 лет и автор более позднего учебника — С.Н. Смарыгин. По его мнению, «эта благая цель, к сожалению, не была ими достигнута в полной мере. Они не смогли сойти с пути энциклопедичности, отказаться «хирургическим путем» от подробного рассмотрения химических элементов, не представляющих интереса для биологии и, тем самым, для сельского хозяйства. Учебник оказался перегруженным избыточной информацией. Явно лишними, например, выглядят главы «Атомное ядро», «Актиниды», «Внутриатомная (ядерная) энергия и основы ее получения, многие явления, изучаемые физической химией (диаграмма состояния воды, пересыщенные растворы и кристаллизация, давление паров воды), излишне подробно рассмотрены свойства многих переходных металлов (серебро, золото, вольфрам, уран, ниобий, тантал, платиновые металлы) и т. д. А вот свойства биогенных элементов рассмотрены с недостаточной полнотой. Может быть, авторы слишком рано взялись за решение задачи по созданию специализированного учебника по химии для аграрников, слишком мало было еще накоплено информации о биологической роли химических элементов» [11, с. 133]. Доцент

В.А. Полосин написал в 1950 г. монографию «Лекционные опыты по общей химии». Доценту Ф.П. Платонову принадлежит учебное пособие «Практикум по неорганической химии» (1965), переизданное в 1985 г. в соавторстве с доцентом З.Е. Дейковой. Немного позднее, Г.П. Хомченко, известный автор многократно переиздававшегося пособия для поступающих в вузы, работая в Московской сельскохозяйственной академии, совместно с И.К. Цитковичем создали учебник для сельскохозяйственных вузов «Неорганическая химия». В 1978 г. в издательстве «Высшая школа» вышло его первое издание.

По органической химии работали с учебником известного ученого А.Е. Чичибабина [42], преподававшего некоторое время в ТСХА. В 1974 г. вышло первое издание замечательного учебника проф. И.И. Грандберга «Органическая химия». Он стал основным учебником по этой дисциплине для студентов нескольких поколений. Годом раньше (1973 г.) вышли «Практические работы и семинарские занятия по органической химии». Эти учебные книги неоднократно переиздавались и до сих пор используются в качестве базовых для подготовки специалистов по сельскохозяйственным, биологическим и медицинским специальностям. В 2019 г. вышло в свет 9-е издание учебника в соавторстве с доцентом Н.Л. Нам [43].

По физической и коллоидной химии для студентов сельскохозяйственных вузов на основе многолетнего опыта чтения лекций и проведения занятий по этой дисциплине Р.А. Хмельницким был подготовлен учебник «Физическая и коллоидная химия» (первое издание в 1988 г.) [44]. Этот же автор написал «Современные методы исследования сельскохозяйственных объектов», первое издание было в 1981 г.

В связи с активной химизацией сельского хозяйства в этот период, интенсивным ростом темпов производства и применения удобрений, средств защиты растений и химической мелиорации почв в 1964 г в нашей стране организуется Государственная агрохимическая служба.

В это же время в программах по химическим дисциплинам появляется понятие «Химизация сельского хозяйства», например, в программе по неорганической и аналитической химии 1964 года, изданной Министерством высшего и среднего специального образования СССР [45].

Отдельно следует отметить, что на химических кафедрах очень интенсивно велись научные исследования в области химии и смежных областях знания. Эта громадная часть работы профессорско-преподавательского состава химических кафедр аграрных вузов подробно освещена в работах Н.М. Пржевальского, С.Н. Смаригина, С.Л. Белопухова и др. [16; 46–49]. Несомненно, исследовательская работа профессорско-преподавательского состава оказывала свое позитивное влияние на образовательный процесс. Известные агрохимики неоднократно указывали на важность химической подготовки для становления специалиста, работающего с почвой и растениями, выражали благодарность своим преподавателям (Д.Н. Прянишников, В.М. Клечковский и др.) [33].

5 этап (1990–2009 гг.) — уменьшение химической подготовки студентов аграрных вузов. В 90-е и нулевые годы в связи с политическими и экономическими изменениями в стране система аграрного образования в целом и химическая подготовка обучающихся, в частности, прошли через кризис. В основном кризис определялся недостаточным финансированием и изменениями в системе сельского хозяйства (переход от колхозов и совхозов к

фермерству и рыночным отношениям протекал не гладко). Кроме того, назрел серьезный экологический кризис. Интенсивные способы ведения сельского хозяйства с применением большого количества химикатов привели к получению небезопасной и неполноценной продукции, истощению почвенных ресурсов, загрязнению сельхозугодий, водных источников и другим подобным проблемам.

Перегибы с химизацией, усугубляющиеся экологические проблемы вызвали в обществе негативное отношение к химическим средствам, химическим технологиям и химии в целом. Возникло настроение боязни химии, неприязни ко всему, что связано с химией.

Экономические проблемы, обусловленные политическими преобразованиями в нашей стране, привели к кризису в сельском хозяйстве. Ранее выстроенная система колхозов и совхозов развалилась, фермерские хозяйства только начали формироваться.

Материальная база аграрных вузов (особенно в регионах) также сильно пошатнулась. Устаревшее лабораторное оборудование, недостаток реактивов, нехватка вспомогательного персонала привели к уменьшению доли химического эксперимента в процессе обучения. Исследовательская деятельность потеряла свою былую масштабность. Кафедры химии в

подавляющем большинстве аграрных вузов ввели в состав других структурных подразделений. Число контактных часов в рабочих программах по химическим дисциплинам сильно уменьшилось, возросла доля самостоятельной работы. Общее число часов, отводимых на изучение химических дисциплин, также уменьшилось. В подтверждение приведем несколько примеров из практики Тимирязевской академии (см. табл. 1).

Протицируем комментарий преподавателя, описывающего изменения в образовательном процессе в этот период: «Для того чтобы уложиться..., пришлось сократить программу. Пожертвовать не только качественным анализом (что было сделано еще раньше), но и частью контрольных задач и методами иодометрии и хроматометрии для всех факультетов, кроме агрохимического. А также сократить до минимума обратную связь со студентами: разбор неправильно решенных задач в домашних и контрольных работах, что весьма прискорбно» [11, с. 155].

В этом же временном промежутке происходил переход к двухуровневой системе высшего образования согласно Болонской системе. Болонская конвенция была подписана в 1999 г. С 2003 г. основные принципы принятой конвенции начали вводиться и в России. Закон о переходе на двухуровневую систему высшего

Таблица 1

Число часов, отводимых на изучение неорганической и аналитической химии в 2000/2001 и 2008/2009 уч. годах

Факультеты	Неорганическая химия		Аналитическая химия	
	2000/2001	2008/2009	2000/2001	2008/2009
Агрохимии и почвоведения	240	56	160	60
Плодоовощной	110	56	90	42
Агрономический	160	90	120	42
Зооинженерный	120	42	120	38

образования был подписан 24 октября 2007 г., окончательное завершение реформы было запланировано к 2010 г.

Таким образом, в этот период объективные условия послужили причинами некоторого снижения химической подготовки будущих специалистов АПК.

6 этап (с 2009 по настоящее время) — период нововведений. Данный этап характеризуется большим числом обновлений в системе химической подготовки студентов аграрных вузов. Они коснулись мировоззренческой, содержательной, методической, результирующей составляющих данной системы.

Следует отметить, что высшее образование в целом в этот период начинает функционировать после серьезных изменений: 1) перехода от знаниевой парадигмы к компетентностной; 2) перехода на двухуровневую систему согласно Болонской конвенции.

Переход осуществлялся плавно, в настоящее время в вузах успешно функционирует данная система: есть и программы бакалавриата, и магистратуры, и специалитета (на отдельных специальностях). Переход к двухуровневой системе высшего образования принес существенное снижение химической подготовки бакалавров (по сравнению со специалистами предыдущих выпусков). Вместе с тем этот переход имел и позитивные изменения для химической подготовки специалистов АПК. Появилась возможность создания магистерских программ, где химическая подготовка для меньшего числа обучающихся может быть осуществлена на более высоком уровне. Примером является магистерская программа «Химикотоксикологический анализ объектов агро-сферы», реализуемая с РГАУ — МСХА им. К.А.Тимирязева с 2010 г.

На сегодняшний день система высшего аграрного образования Минсельхоза

включает в себя 54 вуза. Среди них 31 аграрный университет, 22 сельхозакадемии и 1 сельскохозяйственный институт, они расположены в 55 субъектах Российской Федерации. Кроме того, она включает более 30 сельскохозяйственных факультетов и институтов в неаграрных вузах. Примерное число обучающихся составляет более 300 тыс. человек в год.

Методика обучения химическим дисциплинам преимущественно представляет собой систему лекций с широким использованием мультимедийных средств, подходящую для дистанционного использования; систему лабораторно-практических занятий, где сочетается выполнение лабораторных работ с методами обсуждения и контроля знаний; систему самостоятельной работы, включающую различные виды упражнений, вопросов, заданий (в том числе проектных).

Следует отметить, что преподаватели в настоящее время активно ищут пути сохранения качества химической подготовки будущих аграриев, в большей степени стали применять новые образовательные и информационные технологии.

Таким образом, интенсивные перемены, финансовые затруднения, хемофобия (как следствие экологических проблем) сильно пошатнули сложившуюся в советское время систему химической подготовки, основанную на принципах фундаментальности, знаниевой парадигмы, широкого применения эксперимента в обучении. Химическая подготовка во многом стала более усеченной и поверхностной. Это и новые требования времени сформировали кризис, сложившийся в настоящее время: сельскому хозяйству нужны специалисты, обладающие химической подготовкой. Об этом свидетельствует исследование, проведенное среди работающих специалистов и руководителей АПК [5]. Поэтому в настоящее время

перед аграрным образованием стоит ряд задач в области химической подготовки будущих специалистов:

1. Повышение качества базовой химической подготовки в сложившихся условиях.

2. Интеграция экологической культуры в химическую подготовку. Работа в этом направлении уже ведется, например, реализация принципов устойчивого развития и «зеленой» химии при изучении химических дисциплин в аграрном вузе представлена в исследовании [50].

3. Разработка дополнительных образовательных программ для специалистов АПК, позволяющих сформировать компетентность в области физико-химического анализа объектов агросферы.

Обобщая вышесказанное, выделим ключевые характеристики, особенности организационной структуры, методические аспекты и особенности содержательного наполнения на каждом этапе развития системы химической подготовки студентов аграрных вузов (см. табл. 2).

Если обратиться к исследованию Е.В. Мальцевой [6], посвященному развитию химического образования в России, то можно сравнить выделенные автором семь исторических этапов развития химического образования в России с этапами развития химической подготовки специалистов-аграриев. Первый этап (зарождение химического образования): с начала XIX в. по 1869 г. Второй этап (становление основ химического образования): с 1870 по 1900 г. Третий этап (содержательные и методические поиски в построении химического образования): с 1901 по 1931 г. Четвёртый этап (становление систематического курса химии): с 1932 по 1948 г. Пятый этап (пересмотр содержания химического образования): с 1949 по 1964 г. Шестой этап (укрепление систематического школьного курса химии):

с 1966 по 1988 г. Седьмой этап (адаптация непрерывного химического образования к реформе и модернизация российской школы): с 1989 г. по настоящее время. Первые три этапа совпадают практически полностью. Далее, однако, у химической подготовки специалистов-аграриев есть свои особенности. Так, оказали серьезное влияние такие факторы, как определенный правительством курс на химизацию сельского хозяйства, экологические и экономические проблемы (конец XX – начало XXI в.).

По итогам проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

Во-первых, движущими силами развития системы химической подготовки специалистов-аграриев являются следующие: появление высшего аграрного образования, что обусловило создание и становление аграрно-специализированной университетской системы химической подготовки, определяющей способность будущих специалистов глубоко понимать физико-химические процессы, протекающие в агросфере. Появление большого числа аграрных вузов в стране вызвало необходимость в тиражировании образовательной системы, что в свою очередь стимулировало появление большого числа учебников и учебных пособий по химическим дисциплинам, специализированных для аграрных вузов. Заказ общества на химизацию сельского хозяйства привел к развитию агрохимии и активизации агрохимических исследований. Экономический кризис в сельском хозяйстве и аграрном образовании постперестроечного периода, совпавший с началом экологического кризиса, привел к сокращению химической подготовки студентов-аграриев. В настоящее время перед системой химической подготовки аграриев тоже стоит ряд задач, наиболее значимыми из которых являются обеспечение готовности и способности

Таблица 2

Этапы становления системы химической подготовки студентов аграрных вузов в России

№ этапа	Временной промежуток	Ключевые характеристики педагогической системы	Особенности организационной структуры и методики преподавания	Содержательные предпочтения
1.	1865–1875 гг.	Зарождение системы химической подготовки студентов аграрных вузов. Перенос европейской модели обучения химии, адаптация ее для студентов аграрных вузов. Знаниевая парадигма обучения. Значение химической подготовки для будущего агрария было неоспоримым	Единая кафедра химии в единственном аграрном вузе страны. Небольшое число обучающихся. Зарождение традиции лекционных демонстраций, широкого применения химического эксперимента в обучении	Изучаемые дисциплины: неорганическая химия, органическая химия, аналитическая химия, сельскохозяйственный анализ. Классическое академическое преподавание основ химических знаний на основе опыта европейских химических школ
2.	1876–1918 гг.	Становление системы химической подготовки студентов аграрных вузов. Определение форм, методов, количества часов для изучения химических дисциплин	Разделение в Тимирязевской академии кафедры химии на 2: кафедру неорганической и аналитической химии, кафедру органической и агрономической химии. Наличие хорошей химической лаборатории. Широкое использование химического эксперимента в обучении (лекционные демонстрации, объёмный лабораторный практикум)	Оформившаяся система преподавания химических дисциплин для студентов аграрных вузов была классической университетской, обеспечивающей полноценную для того исторического периода подготовку по этой науке
3.	1919–1941 гг.	Появляется необходимость адаптации системы обучения под большое число студентов. Появляется, определенный государством «курс на химизацию» сельского хозяйства, что вызывает усиление интереса и рост исследовательской активности в этой области	Высшее аграрное образование становится более массовым, появляются новые аграрные вузы страны. Система химической подготовки в них выстраивается по подобию Тимирязевской академии. Отдельно выделяются агрохимические отделения, затем кафедры и факультеты. На химической кафедре аграрного вуза появляется аспирантура	Роль химических знаний в аграрном образовании становится очень значимой. Интенсивно развивается агрохимия. Фундаментальная химическая подготовка носит академический характер, является классической и единообразной во всех вузах страны. ППС активно развивают исследовательскую работу в области исследования природных ресурсов нашей страны и химизации земледелия
4.	1942–1990 гг.	Совершенствование и функционирование системы химической подготовки, направленной на реализацию целей интенсификации и	Программы по химическим дисциплинам единообразные для всех сельскохозяйственных вузов страны. Появились учебники по химии, специализированные для	Роль химических знаний в аграрном образовании остается весьма значимой. Содержание химических дисциплин остается классическим, но преподавателями предпринимаются попытки его

		химизации сельского хозяйства, пригодной для обучения большого числа обучающихся	аграрных вузов	профилизации. В программах химических дисциплин включается понятие «химизация». Фундаментальная химическая подготовка является единообразной во всех вузах страны. ППС ведутся масштабные исследования
5.	1990–2009 гг.	Последствия экономического и экологического кризиса в сельском хозяйстве приводят к уменьшению химической подготовки студентов аграрных вузов. Снижение мотивации у ППС. Переход от знаниевой к компетентностной парадигме	Попытка преодоления кризиса путем сокращения: объединения кафедр, снижение количества часов на изучение химических дисциплин, уменьшение доли химического эксперимента в обучении, снижение требований к обучаемым	Изучение химических дисциплин становится более поверхностным. Фундаментальность химической подготовки существенно снижается. Экологические проблемы, возникшие вследствие бездумной химизации, приводят к появлению «хемофобии» в обществе, увеличению потребности в контроле качества сельхозпродукции, направленности на экологизацию химических дисциплин
6.	с 2010 г. по наст. время	Кризис химической подготовки будущих специалистов-аграриев, обусловленный, сложившимся низким уровнем химической подготовки студентов аграрных вузов (малое число часов, отсутствие специализированных кафедр и др.) и потребностью современного АПК в специалистах, обладающих химической компетентностью	Кафедры химии в большинстве аграрных вузов упряднены. Применение новых образовательных и информационных технологий в обучении. Открыты магистерские программы	К настоящему времени выкристаллизовался ряд новых потребностей к содержанию химической подготовки: 1. Принципы «зеленой» химии. 2. Методы анализа (сельхозпродукции; агроэкологическая оценка земель). 3. Знание свойств веществ, применяемых в сельскохозяйственном производстве (в том числе и органическом). 4. Глубокое понимание сути физико-химических процессов, протекающих в агрофере

выпускников понимать принципы концепции устойчивого развития в контексте физико-химических процессов, протекающих в агрофере; применять и разрабатывать новые агробиотехнологии в соответствии с данной концепцией; перерабатывать отходы сельскохозяйственного производства, обеспечивая таким образом качество получаемой продукции, сохранность почв, агроценозов и прилегающих к ним территорий.

Во-вторых, наиболее сильными сторонами отечественной системы химической подготовки аграриев можно назвать ее фундаментальность. Понимание химии обеспечивалось классической хорошо структурированной и систематизированной методикой преподавания, высокой долей химического эксперимента и личного общения между обучаемыми и преподавателями на лабораторно-практических занятиях. Эта особенность сильно

пострадала в период сокращения химической подготовки.

В-третьих, причинами кризиса в системе преподавания химических дисциплин для студентов-аграриев в настоящее время являются следующие: с одной стороны, уменьшение химической подготовки в аграрных вузах, что привело к поверхностному изучению химических дисциплин и неспособности выпускников решать профессиональные задачи, связанные с пониманием протекания физико-химических процессов, а также

несоответствие существующей системы химической подготовки принципам GCE (устойчивого экологичного химического образования). С другой стороны, потребность агропромышленного комплекса в специалистах, направленных на устойчивое развитие сельского хозяйства, знакомых с принципами зеленой химии, способных понимать суть физико-химических процессов и управлять ими, знающих свойства веществ, умеющих применять и разрабатывать новые эффективные и экологичные агротехнологии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьева, М.В., Белопухов, С.Л. Аспекты химической подготовки кадров для органического земледелия // Профессиональное образование в современном мире. 2021. Т. 11. № 3. С. 154–165.
2. Григорьева, М.В., Багнавец, Н.Л., Белопухов, С.Л. Учебно-исследовательская работа студентов как компонент системы преемственности между бакалавриатом и магистратурой // История и педагогика естествознания. 2021. № 1–2. С. 5–10.
3. Григорьева, М.В., Белопухов, С.Л. Химические дисциплины в системе «бакалавриат — магистратура — аспирантура аграрного вуза» // История и педагогика естествознания. 2020. № 2. С. 5–8.
4. Григорьева, М.В. Педагогические условия формирования компетенции по определению содержания пестицидов в сельскохозяйственной продукции / М.В. Григорьева, С.Л. Белопухов, И.И. Дмитриевская, Н.Л. Багнавец // Международный научный журнал. 2021. № 3. С. 112–124.
5. Григорьева, М.В. Химическая подготовка современного агрария: изучение мнения работающих специалистов // Международный научный журнал. 2021. № 4. С. 68–76.
6. Мальцева, Е.В. Теория и практика формирования системы непрерывного химического образования: дис. ... д-ра пед. наук. М., 2004. 423 с.
7. Пржевальский, Н.М., Глазко, В.И. Николай Яковлевич Демьянов. Выдающиеся ученые (выпускники, профессора) Петровской (Тимирязевской) академии Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К.А. Тимирязева: материалы к библиографии. М.: Издательство РГАУ — МСХА, 2012. 78 с.
8. Пржевальский, Н.М., Токмаков, Г.П., Нам, Н.Л. Г.Г. Густавсон — выдающийся представитель российской школы химиков-органиков (к 175-летию со дня рождения) // Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии: сборник статей. 2018. С. 299–302.
9. Пржевальский, Н.М., Черников, В.А., Белопухов, С.Л. Профессор Рюрик Аркадьевич Хмельницкий (к 90-летию со дня рождения) // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. № 2. С. 150–151.
10. Пржевальский, Н.М. Игорь Иоганович Грандберг (1930–2011) // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2020. № 1. С. 168–170.

11. *Смарыгин, С.Н.* История преподавания неорганической и аналитической химии в ведущем аграрном университете России: монография. Иркутск: Мегатринт, 2017. 177 с.
12. *Телешов, С.В.* Первый российский школьный учебник // Химия. 2004. № 46.
13. *Гесс, Г.И.* Основания чистой химии. Ч. 1. СПб., 1831. 431 с.
14. *Гесс, Г.И.* Основания чистой химии. Ч. 2. СПб., 1832. 622 с.
15. *Ильенков, А.П.* Либих и его значение для сельского хозяйства. СПб., 1874. 9 с.
16. *Пржевальский, Н.М.* Научная школа органической химии в петровской земледельческой и лесной академии — РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева // Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2006. № 278. С. 566–584.
17. *Густавсон, Г.Г.* Двадцать лекций агрономической химии. М., Л.: ОГИЗ, 1937.
18. Журналы заседаний Совета Петровской земледельческой и лесной академии // Известия Петровской земледельческой и лесной академии. Вып. 2. 1883. 152 с.
19. *Шёне, Э.Б., Собичевский, В.Т.* Материалы для истории Петровской академии // Известия Петровской академии. 1879–1887.
20. Журналы заседаний Совета Петровской земледельческой и лесной академии // Известия Петровской земледельческой и лесной академии. Вып. 1. 1881. С. 27–54.
21. Аграрные вузы России. URL: <https://univer.expert/agrarnyye-vuzy-rossii/> (дата обращения: 10.11.2021).
22. Второй Пленум Комитета по химизации народного хозяйства СССР при Совете народных комиссаров СССР, 28 мая — 2 июня 1930 г. М., 1930. 39 с.
23. *Князев, Д.А., Смарыгин, С.Н.* Неорганическая химия: учебник для бакалавров. 4-е изд. Москва: Юрайт, 2012. 591 с.
24. *Третьяков, Ю.Д.* Неорганическая химия. Химия элементов / Ю.Д. Третьяков, А.Н. Мартыненко, А.Ю. Григорьев, А.Ю. Цивадзе. М.: Химия, 2001.
25. *Каблуков, И.А.* Курс лекций неорганической химии, читанных в Московской сельскохозяйственной ордена Ленина академии им. К.А. Тимирязева. М.: Сельхозгиз, 1940. 515 с.
26. *Каблуков, И.А.* Основные начала физической химии. Вып. 1: Основные законы термодинамики. Газовое состояние тел. О соотношении между жидким и газообразным состоянием тел. Общие свойства жидкостей. Растворы. Соотношения между физическими свойствами тел и их составом. М.: Тип. Борисенко и Бреслин, 1900. 243 с.
27. *Каблуков, И.А.* Основные начала физической химии. Вып. 2: Электрохимия. М.: Тип. Борисенко и Бреслин, 1902. 259 с.
28. *Каблуков, И.А.* Основные начала физической химии. Вып. 1. М.: Гос. изд-во, 1912. 280 с.
29. *Демьянов, Н.Я.* Органическая химия. Ч. 1–3. М.: Гостехиздат, 1922.
30. *Демьянов, Н.Я.* Сельскохозяйственный анализ. В 2-х ч. М.: Издание В.М. Саблина (Товарищество типографии А. Мамонтова). 1907–1908 г.
31. *Демьянов, Н.Я., Нилов, В.И., Вильямс, В.В.* Эфирные масла, их состав и анализ. М., Л.: Госхимтехиздат, 1933. 300 с.
32. *Демьянов, Н.Я., Феофилактов, В.В.* Химия растительных веществ. М., Л.: Снабтехиздат, 1933. 496 с.
33. *Дубенок, Н.Н.* История создания и развития факультета почвоведения, агрохимии и экологии // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. Вып. 1. 2006. С. 89–99.
34. *Каблуков, И.А.* Программа курса аналитической химии для факультета агрохимии и почвоведения. М.: Тип. Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 1936. 8 с.

35. *Каблуков, И.А.* Программа курса аналитической химии для факультета полеводства и плодовоовощного. М.: Тип. Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 1936. 8 с.
36. *Каблуков, И.А.* Программа курса аналитической химии для зоотехнического факультета. М.: Тип. Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 1936. 8 с.
37. *Каблуков, И.А.* Программа курса неорганической химии для сельскохозяйственных вузов. М.: Изд. Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 1936. 12 с.
38. *Каблуков, И.А.* Программа курса аналитической химии для сельскохозяйственных вузов. М.: Изд. Главного управления вузов и техникумов, 1935. 8 с.
39. Программа по аналитической химии (для сельскохозяйственных вузов). М., 1949. 8 с.
40. *Алексеев, В.Н.* Курс аналитической химии. М.: Госхимиздат, 1947. 356 с.
41. *Заозерский, И.Н. и др.* Неорганическая химия. М.: Высшая школа, 1963. 525 с.
42. *Чичибабин, А.Е.* Основные начала органической химии. М.: Госхимиздат, 1963.
43. *Грандберг, И.И., Нам, Н.Л.* Органическая химия: учебное пособие. СПб.: Лань, 2019. 608 с.
44. *Хмельницкий, Р.А.* Физическая и коллоидная химия: учебник для с.-х. вузов. М.: Высшая школа, 1988. 400 с.
45. *Заозерский, И.Н.* Программа по неорганической и аналитической химии (для агрономических и зоотехнических специальностей сельскохозяйственных вузов). М.: Изд. Колос, 1964. 16 с.
46. *Белопухов, С.Л., Пржевальский, Н.М., Смарыгин, С.Н.* Научно-педагогическая школа химии в Петровской земледельческой и лесной академии — Российском государственном аграрном университете — МСХА им. К.А. Тимирязева // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2014. № 6. С. 114–140.
47. *Пржевальский, Н.М.* Кафедра органической химии // Агрохимический вестник. 2009. № 1. С. 17–18.
48. *Смарыгин, С.Н.* История кафедры неорганической и аналитической химии // Агрохимический вестник. 2009. № 1. С. 15–16.
49. *Смарыгин, С.Н.* Неорганическая и аналитическая химия в ведущем аграрном университете России (к 150-летию Тимирязевской сельскохозяйственной академии) // XX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Тезисы докладов в 5-и томах. Екатеринбург: Уральское отделение Российской академии наук, 2016. 53 с.
50. *Grigoryeva, M.* “Green” Chemistry as the Basis for Development of the Philosophy of Sustainable Education in an Agricultural University / M. Grigoryeva, S. Belopukhov, I. Dmitrevskaya, I. Seregina // Proceedings of the Second Conference on Sustainable Development: Industrial Future of Territories. 2021.

REFERENCES

1. Grigoreva, M.V., Belopuhov, S.L. Aspekty himicheskoj podgotovki kadrov dlya organicheskogo zemledeliya [Aspects of Chemical Training for Organic Farming], *Professionalnoe obrazovanie v sovremenno m mire* = Professional Education in the Modern World, 2021, vol. 11, No. 3, pp. 154–165. (in Russ.)
2. Grigoreva, M.V., Bagnavec, N.L., Belopuhov, S.L. Uchebno-issledovatel'skaya rabota studentov kak component sistemy preemstvennosti mezhd u bakalavriatom i magistraturoj [Students' Educational and Research Work as a Component of the Succession System between Bachelor's and Master's Degrees], *Istoriya i pedagogika estestvoznaniya* = History and Pedagogy of Natural Science, 2021, No. 1–2, pp. 5–10. (in Russ.)

3. Grigoreva, M.V., Belopuhov, S.L. Himicheskie discipliny v sisteme “bakalavriat — magistratura — aspirantura agrarnogo vuza” [Chemical Disciplines in the System of “Bachelor’s — Master’s — Postgraduate Studies of an Agricultural University”], *Istoriya i pedagogika estestvoznaniya* = History and Pedagogy of Natural Science, 2020, No. 2, pp. 5–8. (in Russ.)
4. Grigoreva, M.V., Belopuhov, S.L., Dmitrevskaya, I.I., Bagnavec, N.L. Pedagogicheskie usloviya formirovaniya kompetencii po opredeleniyu sodержaniya pesticidov v sel'skohozyajstvennoj produkcii [Pedagogical Conditions for the Formation of Competence to Determine the Content of Pesticides in Agricultural Products], *Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal* = International Scientific Journal, 2021, No. 3, pp. 112–124. (in Russ.)
5. Kablukov, I.A. *Kurs lekcij neorganicheskoj himii, chitannyh v Moskovskoj sel'skohozyajstvennoj ordena Lenina akademii im. K.A. Timiryazeva* [A Course of Lectures on Inorganic Chemistry Given at the Moscow Agricultural Academy of the Order of Lenin named after K.A. Timiryazev]. Moscow, 1940, 515 p. (in Russ.)
6. Malceva, E.V. *Teoriya i praktika formirovaniya sistemy nepreryvnogo himicheskogo obrazovaniya* [Theory and Practice of Forming a System of Continuous Chemical Education]: ScD Dissertation (Pedagogy). Moscow, 2004, 423 p. (in Russ.)
7. Przhevalskij, N.M., Glazko, V.I. *Nikolaj Yakovlevich Demyanov. Vydayushchiesya uchenye (vypuskniki, professora) Petrovskoj (Timiryazevskoj) akademii Rossijskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta — Moskovskoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. K.A. Timiryazeva* [Nikolai Yakovlevich Demyanov. Outstanding Scientists (Graduates, Professors) of the Petrovsky (Timiryazev) Academy of the Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev: Materials for Bibliography]. Moscow, Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet — Moskovskaya sel'skohozyajstvennaya akademiya im. K. A. Timiryazeva, 2012, 78 p. (in Russ.)
8. Przhevalskij, N.M., Tokmakov, G.P., Nam, N.L. G.G. Gustavson — vydayushchijisya predstavitel rossijskoj shkoly himikov-organikov (k 175-letiyu so dnya rozhdeniya) [G.G. Gustavson is an Outstanding Representative of the Russian School of Organic Chemists (On the 175th Anniversary of His Birth)]. In: *Doklady Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii* [Reports of the Timiryazev Agricultural Academy]: Collection of Articles, 2018, pp. 299–302. (in Russ.)
9. Przhevalskij, N.M., Chernikov, V.A., Belopuhov, S.L. Professor Rurik Arkadevich Khmel'nitskij (k 90-letiyu so dnya rozhdeniya) [Professor Rurik Arkadyevich Khmel'nitsky (On the 90th Anniversary of His Birth)], *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii* = News of the Timiryazev Agricultural Academy, 2019, No. 2, pp. 150–151. (in Russ.)
10. Przhevalskij, N.M. Igor Ioganovich Grandberg (1930–2011) [Igor Ioganovich Grandberg (1930–2011)], *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii* = News of the Timiryazev Agricultural Academy, 2020, No. 1, pp. 168–170. (in Russ.)
11. Smarygin, S.N. *Istoriya prepodavaniya neorganicheskoj i analiticheskoj himii v vedushchem agrarnom universitete Rossii* [History of Teaching Inorganic and Analytical Chemistry at the Leading Agrarian University of Russia: Monograph]. Irkutsk, Megaprint, 2017, 177 p. (in Russ.)
12. Teleshov, S.V. *Pervyj rossijskij shkolnyj uchebnik* [The First Russian School Textbook], *Himiya* = Chemistry, 2004, No. 46. (in Russ.)
13. Gess, G.I. *Osnovaniya chistoj himii, ch. 1* [The Foundations of Pure Chemistry, part 1]. St. Petersburg, 1831, 431 p. (in Russ.)
14. Gess, G.I. *Osnovaniya chistoj himii, ch. 2* [The Foundations of Pure Chemistry, part 2]. St. Petersburg, 1832, 622 p. (in Russ.)

15. Ilenkov, A.P. *Libih i ego znachenie dlya selskogo hozyajstva* [Liebig and Its Significance for Agriculture]. St. Petersburg, 1874, 9 p. (in Russ.)
16. Przhevalskij, N.M. Nauchnaya shkola organicheskoj himii v petrovskoj zemledelcheskoj i lesnoj akademii—Rossijskom gosudarstvennom agrarnom universitete—Moskovskoj selskohozyajstvennoj akademii im. K.A. Timiryazeva [Scientific School of Organic Chemistry at the Petrovsky Agricultural and Forestry Academy — Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev], *Doklady Timiryazevskoj selskohozyajstvennoj akademii* = Reports of the Timiryazev Agricultural Academy, 2006, No. 278, pp. 566–584. (in Russ.)
17. Gustavson, G.G. *Dvadcat lekcij agronomicheskoj himii* [Twenty Lectures of Agronomic Chemistry]. Moscow, Obединenie gosudarstvennyh knizhno-zhurnalnyh izdatelstv, 1937. (in Russ.)
18. Zhurnaly zasedanij Soveta Petrovskoj zemledelcheskoj i lesnoj akademii [Journals of the Meetings of the Council of the Petrovsky Agricultural and Forestry Academy], *Izvestiya Petrovskoj zemledelcheskoj i lesnoj akademii* = Proceedings of the Petrovsky Agricultural and Forestry Academy, iss. 2, 1883, 152 p. (in Russ.)
19. Shyone, E.B., Sobichevskij, V.T. Materialy dlya istorii Petrovskoj akademii [Materials for the History of the Petrovsky Academy], *Izvestiya Petrovskoj akademii* = Proceedings of the Petrovsky Academy, 1879–1887. (in Russ.)
20. Zhurnaly zasedanij Soveta Petrovskoj zemledelcheskoj i lesnoj akademii [Journals of the Meetings of the Council of the Petrovsky Agricultural and Forestry Academy], *Izvestiya Petrovskoj zemledelcheskoj i lesnoj akademii* = Proceedings of the Petrovsky Agricultural and Forestry Academy, 1881, iss. 1, pp. 27–54. (in Russ.)
21. *Agrarnye vuzy Rossii* [Agricultural Universities of Russia]. Available at: <https://univer.expert/agrarnyye-vuzy-rossii/> (accessed: 10.11.2021). (in Russ.)
22. *Vtoroj Plenum Komiteta po himizacii narodnogo hozyajstva SSSR pri Sovete narodnyh komissarov SSSR): 28 maya — 2 iyunya 1930 g.* [The Second Plenum of the Committee on Chemicalization of the National Economy of the USSR under the Council of People’s Commissars of the USSR, May 28 — June 2, 1930]. Moscow, 1930, 39 p. (in Russ.)
23. Knyazev, D.A. *Neorganicheskaya himiya: uchebnik dlya bakalavrov* [Inorganic Chemistry: A Textbook for Bachelors]. Moscow, Yurajt, 2012, 591 p. (in Russ.)
24. Tretyakov, Yu.D., Martynenko, A.N., Grigorev, A.Yu., Civadze, A.Yu. *Neorganicheskaya himiya. Himiya elementov* [Inorganic Chemistry. Chemistry of Elements]. Moscow, Himiya, 2001. (in Russ.)
25. Kablukov, I.A. *Kurs lekcij neorganicheskoj himii, chitannyh v Moskovskoj selskohozyajstvennoj ordena Lenina akademii im. K.A. Timiryazeva* [A Course of Lectures on Inorganic Chemistry Given at the Moscow Agricultural Academy of the Order of Lenin named after K.A. Timiryazev]. Moscow, Selhozgiz, 1940, 515 p. (in Russ.)
26. Kablukov, I.A. *Osnovnye nachala fizicheskoj himii. Vyp. 1: Osnovnye zakony termodinamiki. Gazovoe sostoyanie tel. O sootnoshenii mezhdzhi zhidkim i gazoobraznym sostoyaniem tel. Obshchie svoystva zhidkostej. Rastvory. Sootnosheniya mezhdzhi fizicheskimi svoystvami tel i ih sostavom* [Basic Principles of Physical Chemistry, vol. 1: Basic Laws of Thermodynamics. Gas State of Bodies. On the Relationship between the Liquid and Gaseous State of Bodies. General Properties of Liquids. Solutions. Relations between the Physical Properties of Bodies and Their Composition]. Moscow, Borisenko and Breslin, 1900, 243 p. (in Russ.)
27. Kablukov, I.A. *Osnovnye nachala fizicheskoj himii. Vyp. 2: Elektrohimiya* [Basic Principles of Physical Chemistry, iss. 2: Electrochemistry]. Moscow, Borisenko and Breslin, 1902, 259 p.

28. Kablukov, I.A. *Osnovnye nachala fizicheskoy himii. Vyp. 1* [Basic Principles of Physical Chemistry, iss. 1]. Moscow, Gosudarstvennoe izdatelstvo, 1912, 280 p. (in Russ.)
29. Demyanov, N.Ya. *Organicheskaya himiya. Ch. 1–3* [Organic Chemistry, part 1–3]. Moscow, Gostekhizdat, 1922.
30. Demyanov, N. Ya. *Selskohozyajstvennyj analiz. V 2-h ch.* [Agricultural Analysis, in 2 parts]. Moscow, Izdanie V.M. Sablina (Tovarishchestvo tipografii A. Mamontova), 1907–1908. (in Russ.)
31. Demyanov, N.Ya., Nilov, V.I., Vilyams, V.V. *Efirnye masla, ih sostav i analiz* [Essential Oils, Their Composition and Analysis]. Moscow, Leningrad, Goskhimtekhnizdat, 1933, 300 p. (in Russ.)
32. Demyanov, N. Ya., Feofilaktov, V.V. *Himiya rastitelnyh veshchestv* [Chemistry of Plant Substances]. Moscow, Leningrad, Ssnabtekhnizdat 1933, 496 p. (in Russ.)
33. Dubenok, N.N. *Istoriya sozdaniya i razvitiya fakulteta pochvovedeniya, agrohimii i ekologii* [The History of the Creation and Development of the Faculty of Soil Science, Agrochemistry and Ecology], *Izvestiya Timiryazevskoy selskohozyajstvennoj akademii* = Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy, iss. 1, 2006, pp.89–99. (in Russ.)
34. Kablukov, I.A. *Programma kursa analiticheskoy himii dlya fakulteta agrohimii i pochvovedeniya* [Analytical Chemistry Course Program for the Faculty of Agrochemistry and Soil Science]. Moscow, Timiryazevskaya selskohozyajstvennaya akademiya, 1936, 8 p. (in Russ.)
35. Kablukov, I.A. *Programma kursa analiticheskoy himii dlya fakulteta polevodstva i plodoovoshchnogo* [The Program of the Analytical Chemistry Course for the Faculty of Field Husbandry and Horticulture]. Moscow, Timiryazevskaya selskohozyajstvennaya akademiya, 1936, 8 p.(in Russ.)
36. Kablukov, I.A. *Programma kursa analiticheskoy himii dlya zootekhnicheskogo fakulteta* [The Program of the Course of Analytical Chemistry for the Zootechnical Faculty]. Moscow, Timiryazevskaya selskohozyajstvennaya akademiya, 1936, 8 p. (in Russ.)
37. Kablukov, I.A. *Programma kursa neorganicheskoy himii dlya selskohozyajstvennyh vuzov* [The Program of the Inorganic Chemistry Course for Agricultural Universities]. Moscow, Timiryazevskaya selskohozyajstvennaya akademiya, 1936, 12 p. (in Russ.)
38. Kablukov, I.A. *Programma kursa analiticheskoy himii dlya selskohozyajstvennyh vuzov* [Analytical Chemistry Course Program for Agricultural Universities]. Moscow, Glavnoe upravlenie vuzov i tekhnikumov, 1935, 8 p.
39. *Programma po analiticheskoy himii (dlya selskohozyajstvennyh vuzov)* [Analytical Chemistry Program (For Agricultural Universities)]. Moscow, 1949, 8 p. (in Russ.)
40. Alekseev, V.N. *Kurs analiticheskoy himii* [Analytical Chemistry Course]. Moscow, Goskhimizdat, 1947, 356 p. (in Russ.)
41. Zaozerskij, I.N. and others. *Neorganicheskaya himiya* [Inorganic Chemistry]. Moscow, Vysshaya shkola, 1963, 525 p.
42. Chichibabin, A.E. *Osnovnye nachala organicheskoy himii* [Basic Principles of Organic Chemistry]. Moscow, Goskhimizdat, 1963. (in Russ.)
43. Grandberg, I.I., Nam, N.L. *Organicheskaya himiya: uchebnoe posobie* [Organic Chemistry: A Textbook]. St. Petersburg, Lan, 2019, 608 p. (in Russ.)
44. Hmelnickij, R.A. *Fizicheskaya i kolloidnaya himiya: uchebnik dlya selkohozyajstvennyh vuzov* [Physical and Colloidal Chemistry: Textbook for Agricultural Universities]. Moscow, Vysshaya shkola, 1988, 400 p. (in Russ.)
45. Zaozerskij, I.N. *Programma po neorganicheskoy i analiticheskoy himii (dlya agronomicheskikh i zootekhnicheskikh specialnostej selskohozyajstvennyh vuzov)* [Program in Inorganic and Analytical

- Chemistry (For Agronomic and Zootechnical Specialties of Agricultural Universities)]. Moscow, Kolos, 1964, 16 p. (in Russ.)
46. Belopuhov, S.L., Przhevalskij, N.M., Smarygin, S.N. Nauchno-pedagogicheskaya shkola himii v Petrovskoj zemledelcheskoj i lesnoj akademii — Rossijskom gosudarstvennom agrarnom universitete — Moskovskoj selskohozyajstvennoj akademii im. K.A. Timiryazeva [Scientific and Pedagogical School of Chemistry at the Petrovsky Agricultural and Forestry Academy — Russian State Agrarian University — Timiryazev Moscow Agricultural Academy], *Izvestiya Timiryazevskoj selskohozyajstvennoj akademii* = Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy, 2014, No. 6, pp. 114–140. (in Russ.)
 47. Przhevalskij, N.M. Kafedra organicheskoj himii [Department of Organic Chemistry], *Agrohimicheskij vestnik* = Agrochemical Bulletin, 2009, No. 1, pp. 17–18. (in Russ.)
 48. Smarygin, S.N. Istoriya kafedry neorganicheskoj i analiticheskoj himii [History of the Department of Inorganic and Analytical Chemistry], *Agrohimicheskij vestnik* = Agrochemical Bulletin, 2009, No. 1, pp. 15–16. (in Russ.)
 49. Smarygin, S.N. Neorganicheskaya i analiticheskaya himiya v vedushchem agrarnom universitete Rossii (k 150-letiyu Timiryazevskoj selskohozyajstvennoj akademii) [Inorganic and Analytical Chemistry at the Leading Agrarian University of Russia (On the 150th Anniversary of the Timiryazev Agricultural Academy)]. In: *XX Mendeleevskij sezd po obshchej i prikladnoj himii: tezisy dokladov* [XX Mendeleev Congress on General and Applied Chemistry: Abstracts of Reports]. Ekaterinburg, Uralskoe otdelenie Rossijskoj akademii nauk, 2016, 53 p. (in Russ.)
 50. Grigoryeva, M., Belopukhov, S., Dmitrevskaya, I., Seregina, I. “Green” Chemistry as the Basis for Development of the Philosophy of Sustainable Education in an Agricultural University. In: *Proceedings of the Second Conference on Sustainable Development: Industrial Future of Territories*. 2021.

Григорьева Марина Викторовна, кандидат педагогических наук, доцент, кафедра химии, Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, marina_gry@inbox.ru

Marina V. Grigoryeva, PhD in Education, Associate Professor, Chemistry Department, Russian State Agrarian University — K.A. Timiryazev Moscow Agricultural Academy, marina_gry@inbox.ru

Белопухов Сергей Леонидович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, и. о. директора института агробиотехнологий, Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, belopuhov@mail.ru

Sergey L. Belopukhov, ScD in Agriculture, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Acting Director of the Institute of Agrobiotechnologies, Russian State Agrarian University — K.A. Timiryazev Moscow Agricultural Academy belopuhov@mail.ru

Статья поступила в редакцию 23.03.2022. Принята к публикации 25.04.2022

The paper was submitted 23.03.2022. Accepted for publication 25.04.2022