

# ПРЕПОДАВАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ В МГУ

## В УСЛОВИЯХ РЕФОРМИРОВАНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Т. Н. Шеховцова, МГУ им. М.В.Ломоносова, химический факультет  
tnshekh@yandex.ru

УДК 378.147

Рассмотрена современная ситуация с преподаванием аналитической химии (АХ) в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова (МГУ). Обсуждены наиболее важные аспекты преподавания: общий курс АХ, включающий проведение качественного и количественного анализа реального объекта в качестве итоговой задачи после изучения химических методов, выполнение курсовой работы с использованием инструментальных методов анализа, рейтинговая система контроля знаний студентов. Особое внимание уделено особенностям специализации по АХ и обучению в аспирантуре. Обсуждены достоинства и недостатки реформы и новые формы преподавания АХ в МГУ.

В 2011 году в соответствии с приказом Министерства образования и науки РФ все российские вузы перешли на двухуровневую систему образования: бакалавриат (четыре года) и магистратура (два года). Педагогическая общественность Московского университета в целом выступила против такой системы, считая необходимым оставить подготовку специалистов. Тем не менее в МГУ также прошла реформа – срок подготовки специалистов увеличен до шести лет. При этом на всех факультетах лицензированы программы подготовки бакалавров и магистров. Число обучающихся химии в бакалавриате и магистратуре очень невелико, буквально единицы, в основном это представители стран СНГ. Сразу отмечу, что и в МГУ, и в других университетах, где одновременно готовят специалистов и бакалавров, бакалавры-химики занимаются фактически по программам четырех лет специалитета, слушая вместе со специалистами лекции, посещая аналогичные семинарские и практические занятия. Отличаются (в сторону уменьшения в бакалавриате) лишь число часов, отведенных на научную деятельность студентов, выполнение курсовых и дипломных работ.

Безусловно, добавление дополнительного года обучения специалистов потребовало существенной переработки учебных программ и планов всех дисциплин, прежде всего химических, особенно на старших курсах [1]. Программа основного курса аналитической химии (АХ) осталась практически неизменной: 72 ч – лекции, 64 ч –

семинары, 254 ч – практические занятия. По-прежнему значительное внимание уделяется химическим методам анализа, методам обнаружения и разделения, в целом, около 45% учебного времени. Эти разделы преподаются в первом семестре второго курса, а весь второй семестр посвящен изучению фундаментальных основ и практического применения инструментальных методов анализа: спектроскопических (26%), электрохимических (20%), хроматографических (9%). Безусловно, указанное распределение часов, отведенных на изучение различных методов химического анализа, не отражает реальную картину востребованности и современной реальной "популярности" этих методов. Но сложность преподавания на химическом факультете МГУ заключается в том, что на каждом курсе обучаются 230–250 студентов. Кроме того, аналитическую химию на одноименной кафедре ежегодно изучают еще около 800 студентов смежных факультетов МГУ: биологического, геологического, географического, почвоведения, фундаментальной медицины, биоинженерии и биоинформатики, фундаментальной физико-химической инженерии, биотехнологии, наук о материалах. Очевидно, что нельзя освоить инструментальный метод, не имея возможности поработать на приборе своими руками. Однако сегодня нереально оснастить практикумы необходимыми приборами (особенно хроматографическими) в достаточном количестве, хотя кафедра к этому активно стремится.

Первый семестр второго курса завершается выполнением зачетной задачи – итоговой практической работы, которая заключается в качественном и количественном

\* Лабораторные работы. – Прим. ред.

анализе какого-либо реального объекта: сплава, руды, минерала и т. д. Каждый студент выполняет анализ индивидуально химическими методами (титриметрическим и гравиметрическим). Письменный отчет о работе содержит также краткий обзор литературы по указанным методам определения двух основных компонентов объекта, обнаруженных в результате качественного анализа. Защита работы – составная часть экзамена по аналитической химии в зимнюю сессию.

В течение второго семестра студенты выполняют курсовую работу по АХ в одной из научных лабораторий кафедры (хроматографических, спектроскопических, электрохимических, кинетических, масс-спектрометрических методов анализа и методов разделения и концентрирования). В начале семестра для студентов организуются экскурсии по лабораториям кафедры. Они знакомятся с научной тематикой, приборным оснащением, выбирают направление и тему курсовой работы. Курсовые работы студенты выполняют только инструментальными методами на современном научном оборудовании. В конце учебного года результаты оформляют как дипломные работы и, подготовив презентации, защищают их устно на общем семинаре группы в присутствии комиссии преподавателей. В учебном плане на выполнение курсовой работы отводится всего 40 ч, но реально студенты работают в лабораториях весь семестр в свободное от других занятий время. В результате многие представляют достаточно весомые, хотя и небольшие по объему научные исследования, по которым в дальнейшем готовят доклады для выступлений на научных студенческих конференциях, пишут статьи в научные сборники.

О тематике курсовых работ можно составить представление по следующим примерам:

- Разделение энантиомеров в фармацевтических препаратах методом ВЭЖХ;
- Определение ракетного топлива в водах методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием и микроэкстракционным предконцентрированием;
- Анализ кислородных наноструктур методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии;
- Определение сульфат-ионов с использованием пенополиуретана, модифицированного наночастицами золота;
- Обнаружение биомаркеров сепсиса в сыворотке крови методом хромато-масс-спектрометрии;
- Создание электрохимического биосенсора для постоянного мониторинга лактата;
- Твердофазные индикаторные системы для определения катехоламинов и их метаболитов методом поверхностно-усиленной рамановской спектроскопии;

- Ферментативное определение кофейной кислоты и эпикатехина в растительном сырье;
- Квантовые точки, иммобилизованные на силикагеле, как активный компонент флуоресцентного сенсора.

Для обеспечения объективной и справедливой оценки знаний студентов на кафедре более 25 лет назад была введена модульно-рейтинговая система. В основу ее положен принцип оценки каждой позиции учебного плана, который должен выполнить студент в течение года: качество выполнения лабораторных работ (не всех, наиболее значимых), правильность полученных результатов, оформление рабочего журнала; подготовка домашних заданий; сдача коллоквиумов; написание контрольных работ [2]. В курсе АХ каждый семестр состоит из трех тематических блоков, в каждом из которых выполнение лабораторных работ и решение задач на семинарах завершается сдачей коллоквиума и написанием рубежной контрольной работы одновременно всеми студентами курса. Всего в учебном году по шесть коллоквиумов и рубежных контрольных работ. Естественно, каждый вид деятельности оценивается разным количеством баллов (от 3 до 20), причем самые весомые баллы выставляются за коллоквиумы и контрольные работы. Студентам выдают периодически переиздаваемые на кафедре методические указания, в которых приведены программы коллоквиумов, типовые задачи для подготовки к контрольным работам (аналогичные задачи студенты прорабатывают с преподавателями на семинарских занятиях), вопросы к экзаменам, список рекомендуемой литературы. Для повышения объективности оценки знаний студентов варианты каждой контрольной работы (не менее 15 различных) готовит и проверяет у всего курса отдельная комиссия, состоящая из разных преподавателей кафедры (всего шесть комиссий по три человека).

Зачет за работу в семестре получают студенты, набравшие не менее 40% суммарного числа баллов рейтинга и не имеющие задолженности ни по одной из позиций учебного плана. Суммарные баллы за работу в семестре складываются с баллами за экзамен, и по итогам выставляется оценка "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" или "неудовлетворительно".

За работу во втором семестре студенты могут получить оценки "отлично" и "хорошо" "автоматом", не сдавая экзамен. Итоговую оценку "отлично"-автомат получают студенты, набравшие не менее 85% от суммарного количества баллов, при выполнении следующих условий: отсутствуют задолженности по всем позициям учебного плана; за рубежные контрольные работы в течение семестра получено суммарно не менее 65% от общей суммы баллов за них; при этом каждая написана не менее чем на 50% баллов. Итоговую оценку "хорошо"-автомат полу-

чают студенты, набравшие за семестр не менее 70% от суммарного количества баллов, при выполнении следующих условий: отсутствуют задолженности по всем позициям учебного плана; за рубежные контрольные работы получено суммарно не менее 50% от общей суммы баллов за них. При желании повысить итоговую оценку с "хорошо" до "отлично" студент может сдавать экзамен в сессию. Все студенты, у кого заработанных в семестре баллов не хватает для получения оценки "хорошо", в обязательном порядке сдают экзамен.

Следует обратить внимание на то, что во втором семестре в качестве третьего вопроса экзаменационного билета по аналитической химии студенту предлагается выбрать метод (или методы) определения конкретных компонентов какого-либо реального объекта и соответствующий способ его пробоподготовки. Выбор следует обосновать с учетом природы объекта, уровня содержания искомых компонентов и основных характеристик методов: чувствительности, точности, селективности, экспрессности, доступности и стоимости. Например, третий вопрос билета может быть сформулирован следующим образом: "Какие способы отбора пробы и какие методы анализа можно использовать для определения  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$  в атмосферном воздухе города? Ответ обоснуйте" или "Какие методы анализа можно использовать для контроля содержания калия в лекарственных препаратах на уровне 20% масс. (масса таблетки 0,1 г). Ответ обоснуйте."

Что дает рейтинговая система оценки знаний студентов? Прежде всего, она в значительной степени дисциплинирует студентов. В начале учебного года до их сведения доводятся все правила рейтинговой системы. Каждый знает, что не будет допущен до практических работ очередного блока, если не выполнит все позиции предыдущего. Очень важен и соревновательный фактор: добросовестные и ответственные студенты стараются не ударить лицом в грязь, не отстать от своих одноклассников, добиться лучших результатов. Кроме того, все сведения о рейтинговых оценках после завершения каждого тематического блока доступны для ознакомления всем желающим.

Преподаватель получает конкретные данные об успеваемости студента на каждом этапе обучения, четкие критерии оценки позволяют проще аргументировать требования к студенту подтянуться, больше и регулярнее заниматься; объяснить, почему он не может быть допущен к следующим занятиям, к зачету и т. д. А самое главное, ради чего вся эта система и разрабатывалась: имеется возможность поддержать способных, старательных, ответственных студентов, не дать им случайно оступиться на экзаменах, "вознаградить" их за добросовестные систематические занятия в течение всего года. И в то же время не допустить случайных, незаслуженно

завышенных оценок у нерадивых студентов-бездельников, умеющих ловчить и списывать.

Распределение студентов по кафедрам на химическом факультете проходит на третьем курсе [3]. Как правило, на кафедру аналитической химии ежегодно распределяются от 25 до 35 студентов (при том, что кафедр на факультете всего 19, а студентов на третьем курсе около 210). Специализация начинается на четвертом курсе. Важно подчеркнуть, что с продлением на год срока обучения специалистов значительно возросло количество часов, отводимых на преподавание специальных дисциплин. По новому учебному плану вариативная профессиональная часть составляет 39<sup>0</sup> зачетных единиц, то есть 1404 ч. Из них десять зачетных единиц отводится на обязательные спецкурсы, девять – на практические занятия. Дисциплины специализации по выбору занимают 20 зачетных единиц. Общая аудиторная нагрузка по специализации в настоящее время составляет 636 ч, из них лекции – 208 ч, семинары – 200 ч, лабораторные занятия – 228 ч. Такое большое число часов дало возможность существенно увеличить объем традиционных, преподаваемых в течение многих лет курсов, а также ввести в учебный план новые специальные курсы.

К традиционным курсам относятся такие, как современные хроматографические, спектроскопические, электрохимические методы анализа, методы разделения и концентрирования; способы пробоотбора и пробоподготовки; кинетические, биохимические и биологические методы анализа; основы химической метрологии и хеометрики; анализ реальных объектов; аналитическая служба и аналитический контроль. Надо отметить, что изучению незаслуженно "обиженной" на втором курсе хроматографии во время специализации отводится наибольшее количество часов – 144 (4 зачетные единицы).

В последние годы введены новые лекционные курсы:

- Масс-спектрометрические методы анализа;
- Проточные методы анализа;
- Хиральная хроматография и капиллярный электрофорез;
- Различные аспекты применения в химическом анализе ионных жидкостей;
- Внелабораторный химический анализ.

В рамках перечисленных курсов кроме лекций проводятся семинарские занятия, во время которых, в частности, студенты защищают рефераты на заранее предложенные лекторами темы, выступают с докладами и презентациями. Большая часть этих спецкурсов относится к обязательным, некоторые – к курсам по выбору.

\* Единица измерения объема образовательной программы (в ЕС – кредит), составляет 36 академических часов. – Прим. ред.

При этом студенты любой кафедры могут набирать необходимое число часов элективных курсов, посещая спецкурсы на других кафедрах, если тематика занятий согласована с научным руководителем и полезна для выполнения дипломной работы. Наряду с глубоким изучением теоретических основ студенты приобретают экспериментальные навыки в спецпрактикуме "Аналитическая химия" (девять зачетных единиц) по спектроскопическим, масс-спектрометрическим, электрохимическим и хроматографическим методам анализа. Спецпрактикумы кафедры оснащены современным, в основном импортным оборудованием; приобретением новых еще более современных приборов постоянно озабочены и активно занимаются ответственные сотрудники.

К нововведениям на старших курсах (в десятом семестре) на химическом факультете МГУ относится курс лекций "Современные проблемы химии" на английском языке объемом четыре зачетные единицы с итоговым зачетом, сдаваемым также на английском языке. При организации этого курса два года назад кафедрам было дано право самим решать, кто будет его вести: можно читать лекции силами преподавателей своей кафедры, приглашать лекторов "со стороны" (в том числе из зарубежных вузов), объединяться с коллегами других кафедр. Лекторы кафедры аналитической химии объединились с преподавателями кафедр радиохимии и органической химии, организовав курс "Избранные главы химии: современные методы исследования и анализа". Читают лекции и проводят семинары ведущие профессора этих кафедр, хорошо владеющие английским языком и имеющие большой опыт работы в зарубежных университетах, выступлений на международных научных конференциях. Иностранные ученые, приезжающие на факультет в научные командировки, также принимают участие в этой деятельности. Результаты проводившихся в течение двух лет итоговых письменных опросов на английском языке по темам из различных блоков лекций оказались несколько лучше, чем ожидали лекторы. Большинство студентов продемонстрировало вполне приличное понимание прочитанного им материала. Те же, кто не смог этого сделать, дополнительно побеседовали с лекторами (также на английском). Безусловно, совершенствование знаний профессиональной английской терминологии у студентов в результате прослушивания лекций полезно. Но насколько оно эффективно, пока судить рано.

Значительно больше времени студенты должны теперь уделять научно-исследовательской работе в лабораториях. Еженедельно, начиная с четвертого курса, они не менее четырех часов обязаны работать в лаборатории, в которую они распределены для выполнения дипломной работы. В конце семестра каждый выступает

на коллоквиуме лаборатории с отчетом о проделанной работе. Естественно, что и на выполнение дипломной работы стало гораздо больше времени.

Еще одно нововведение последних двух лет – выпускной государственный экзамен по химии в конце шестого курса. После долгих обсуждений факультету дано право включать в программу экзамена материал только того раздела химии, по которому студент специализируется. Общее требование по всем специализациям – соответствие вопросов билетов критериям "знания" (имеется ввиду знание фундаментальных основ соответствующего раздела химии) и "умения" (что подразумевает оценку экспериментальных навыков выпускника). В связи с этим экзаменационный билет по аналитической химии содержит один вопрос по теории и практическому применению какого-либо метода анализа, а также большой объемный вопрос по анализу реальных актуальных объектов. В помощь студентам для успешной сдачи госэкзамена лекторы в течение последнего двенадцатого семестра проводят консультации по различным методам анализа.

В комиссию (ГЭК), принимающую экзамен у каждого выпускника, помимо трех преподавателей кафедры входят столько же представителей потенциальных работодателей – руководителей среднего звена фирм, компаний, научных учреждений. Председатель комиссии – как правило, ведущий ученый-аналитик "со стороны".

По приказу ректората защиты дипломных работ следует проводить через две недели после госэкзамена. Они также проходят теперь по новым правилам. Вместо восьми ГЭКов, работавших в прежние годы на факультете и объединявших по две-три кафедры, сейчас созданы девятнадцать ГЭКов, по числу кафедр. Заслушивает защиты дипломных работ и оценивает их та же комиссия, что принимает экзамен у студентов.

В последние годы руководство МГУ обращает большое внимание на повышение эффективности работы системы дополнительного образования для сотрудников различных предприятий, фирм, госучреждений, преподавателей высшей школы. При этом используются самые разные формы – очное, очно-заочное, заочное (дистанционное) преподавание различных дисциплин. Три года назад к этому процессу активно подключилась кафедра аналитической химии. Первый опыт дистанционного преподавания наши ведущие преподаватели приобрели, читая базовый курс аналитической химии – "Химические методы анализа" – среднему звену сотрудников аналитических лабораторий предприятий Научно-производственного объединения "УралХим". Из специально оборудованной аудитории химического факультета доценты кафедры в онлайн-режиме читали лекции одновременно слушателям четырех предприятий: Ново-Московского, Воскресенского, Кирово-

Чепецкого и Березниковского заводов. После окончания каждой лекции отвечали на вопросы слушателей, а по завершении всего курса выезжали на предприятия, принимали экзамены и выдавали сертификаты о повышении квалификации.

Следующим этапом стало чтение лекций работникам "ЕвроХима", а затем в ответ на пожелания преподавателей Сургутского госуниверситета для них были подготовлены и прочитаны лекции по отдельным наиболее актуальным для региона разделам инструментальных методов анализа. После прохождения дистанционных тестов слушатели сдавали устные экзамены на месте. Приобретенный опыт показал эффективность такого дистанционного обучения, и, следуя пожеланиям заказчиков, кафедра подготовила несколько наиболее востребованных дистанционных лекционных курсов: "Газовая хроматография", "Хроматография и капиллярный электрофорез", "Молекулярная спектроскопия", "Атомная спектроскопия". Курсы читаются по мере того, как формируются группы слушателей.

Обучение в аспирантуре, срок которого продлен до четырех лет, до настоящего времени считается третьей ступенью образования (сейчас на уровне министерства образования обсуждается вопрос о возвращении ей "независимости" от двух первых ступеней, но окончательное решение пока не принято). Учебный процесс аспирантов весьма насыщен и трудоемок, в течение трех лет они должны прослушать лекции по специальным химическим курсам (помимо других нехимических) объемом 15 зачетных единиц (540 ч). Ведущие специалисты кафедры читают большие курсы, посвященные тем аспектам аналитической химии, которым ранее не было уделено должного внимания. Создан факультетский банк спецкурсов, из которых аспирант может выбрать подходящий и полезный для его научной тематики, согласовав выбор со своим научным руководителем. На кафедре аналитической химии аспирантам предлагаются следующие курсы:

- Избранные главы хемометрики (многомерные данные в химическом анализе);
- Современные методы анализа поверхности, тонких пленок и низкоразмерных структур;
- Аналитическая лазерная спектроскопия;
- Актуальные проблемы современной аналитической химии.

Для чтения лекций привлекаются не только профессора кафедры, но и ведущие ученые из других университетов и институтов РАН.

Важная особенность подготовки специалистов и аспирантов в МГУ в последние годы состоит в том, что в их учебные планы введены дисциплины педагогической направленности: по педагогике, психологии, методологии и практике преподавания химии. Прослушав лекции, приняв участие в соответствующих семинарах, пройдя

тестирование, педагогическую практику (предпочтительнее – в школе, но можно и на факультете, помогая преподавателям в проведении лабораторных работ студентов младших курсов) и сдав экзамен, выпускники получают диплом, в котором указано, что они являются не только "химиками-исследователями", но и "преподавателями химии". Это дополнение, дающее возможность работать в средних учебных заведениях без получения дополнительного педагогического образования, оказалось весьма привлекательным не только для выпускников специалитета, но и аспирантуры, поскольку значительно расширяет возможности их трудоустройства.

По окончании аспирантуры выпускники сдают государственный экзамен, который состоит из двух этапов. На первом аспиранты должны защитить в виде доклада с презентацией представленный заранее в электронном виде для рецензирования специалистами в области педагогики какой-либо продукт – методическую разработку, план-конспект семинара, лекции, новую разработанную задачу для практикума и т.п. Второй этап состоит в представлении научного доклада по исследовательской работе. По результатам этого этапа комиссия делает вывод о готовности аспиранта к защите диссертации. После успешного прохождения экзамена аспирант получает диплом об окончании аспирантуры.

Коснемся вопроса об учебниках и учебных пособиях по АХ для студентов и аспирантов. Для обеспечения базового курса АХ коллектив кафедры плодотворно поработал в течение последних нескольких лет, подготовив к печати существенно переработанное и дополненное (особенно в части инструментальных методов) 6-е издание учебника "Основы аналитической химии" в 2-х книгах под редакцией академика Ю. А. Золотова [4], а также давно ожидавшееся аналитической общественностью новое издание "Практического руководства" [5]. В ближайшее время будет издан не менее ожидаемый новый вариант "Задачника по аналитической химии". Значительно хуже обстоят дела с учебниками по специальным курсам аналитической химии. Здесь можно упомянуть лишь главы, посвященные отдельным методам инструментального анализа, написанные профессорами кафедры для учебника под редакцией В. И. Вершинина [6], несколько монографий, подготовленных сотрудниками кафедры [7–9]. Аспирантам при подготовке к зачетам и экзаменам приходится, в основном, пользоваться монографиями и журнальными статьями.

Подводя итоги, подчеркнем, что проводимые в стране и, соответственно, на кафедре АХ МГУ преобразования должны служить совершенствованию образования химиков-аналитиков, расширению и углублению их познаний и навыков. Однако постоянное реформирование учебного процесса (издание министерством все новых государственных стандартов – ФГОС, которым должны

соответствовать программы обучения, необходимость написания этих программ и учебных планов по новым формам и согласно новым требованиям) отрицательно сказывается на качестве обучения. Значительное увеличение числа преподаваемых дисциплин при неизменной численности профессорско-преподавательского состава приводит к большой перегрузке преподавателей. Профессора и доценты практически лишены возможности заниматься научными исследованиями и совершенствованием своей педагогической деятельности из-за больших объемов работ, связанных с выполнением требований новых ФГОС. Кроме того, необходимо учитывать, что в результате удлинения срока обучения (добавления 6-го курса и 4-го года аспирантуры), обязательного чтения нескольких параллельных курсов по выбору, во-первых, трудно сформировать группы слушателей для каждой дисциплины, а во-вторых, на факультете катастрофически не хватает аудиторий.

Отмечу еще один очень важный аспект. В течение многих десятилетий значительная часть выпускников кафедры (10–15) с отличными дипломами поступала в аспирантуру, пополняла ряды научных исследователей и брала на свои плечи некоторую часть педагогической нагрузки, помогая преподавателям вести занятия по основному курсу АХ со студентами смежных факультетов МГУ. Два последних года после введения шестилетнего обучения число желающих поступать в аспирантуру резко сократилось. Продление сроков основного обучения специалистов и обучения в аспирантуре привело к тому, что учеба молодых людей продолжается 10 лет! И далеко не все, особенно юноши, готовы до 28 лет существовать на очень небольшую стипендию. Руководителям дипломников и аспирантов и так уже давно приходится мириться с тем, что большинство из них подрабатывает, иначе им просто не выжить. А жить на подработках до 28 лет соглашаются далеко не все. Как результат – сокращение числа специалистов-аналитиков высшей категории!

Таким образом, можно заключить, что в проводимой реформе есть и положительные, и негативные стороны. И задача преподавателей университетов состоит в приумножении достоинств и уменьшении ее недостатков.

Надеюсь, эта публикация послужит началом плодотворного обмена опытом, мнениями преподавателей вузов страны по различным аспектам преподавания аналитической химии.

Этой цели служат и симпозиумы по преподаванию аналитической химии, проводимые в рамках Всероссийских конференций и Съездов аналитиков России. Последний, третий, съезд прошел в октябре 2017 года. Его проведению предшествовала большая работа Комиссии по преподаванию аналитической химии ИСХ РАН по анкетированию ведущих вузов страны. Результатам этого масштабного опроса был посвящен пленарный доклад на Съезде,

а также публикация в журнале *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, которая впервые познакомила международную научную общественность с системой преподавания АХ в российских университетах [10].

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Шеховцова Т. Н.** Преподавание аналитической химии по новому учебному плану. Сб. Кафедра аналитической химии Московского университета им. М. В. Ломоносова. М.: PRESS-BOOK.RU, 2017. С. 169–179.
2. **Шеховцова Т. Н., Гармаш А. В.** Текущий и итоговый контроль знаний студентов. Опыт кафедры аналитической химии МГУ. Сб. Естественнонаучное образование: проблемы оценки качества, серия Методический ежегодник химического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова. М.: Изд-во МГУ, 2018. Т. 14, с. 178–189.
3. **Дмитриенко С. Г., Шеховцова Т. Н.** Подготовка специалистов-аналитиков. Сб. Кафедра аналитической химии Московского университета им. М. В. Ломоносова. М.: PRESS-BOOK.RU, 2017. С. 179–190.
4. Основы аналитической химии. В 2 т. Под ред. Золотова Ю. А. М.: ИЦ Академия, 2014. Т. 1. 400 с., т. 2. 416 с.
5. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Под ред. Золотова Ю. А. М.: Лаборатория знаний, 2017. 462 с.
6. Аналитическая химия – дополнительные главы (лекции по спецкурсам) Ч. 1. Под ред. Вершинина В. И. Омск. Изд-во Омского государственного университета, 2017. 250 с.
7. Внелабораторный химический анализ. Под ред. Ю. А. Золотова. М.: Наука, 2010. 564 с.
8. **Цизин Г. И., Статкус М. А.** Сорбционное концентрирование микроэлементов в динамических условиях. М.: ЛЕНАНД, 2016. 480 с.
9. **Большов М. А., Серегина И. Ф.** Элементная масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. М.: Изд-во МГУ, 2017. 69 с.
10. **Shekhovtsova T.** Current state of analytical chemistry teaching in Russian universities. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2018, v. 17, no 410, pp. 3917–3924.

## REFERENCES

1. **Shekhovtsova T. N.** Analytical Chemistry Teaching According to the Novel Studying Plan. In book *The Division of Analytical Chemistry of M. V. Lomonosov Moscow State University*. Moscow, PRESS-BOOK.RU, 2017. pp. 169–179.
2. **Shekhovtsova T. N., Garmash A. V.** Continuous and Summative Assessment of Academic Performance. Experience of the Division of Analytical Chemistry, Moscow State University. In book: *Natural Science Education: Problems of Quality Assessment*”, Methodical yearbook series of Chemistry Department of M. V. Lomonosov MSU. Moscow, Published in MSU, 2018, v. 14, pp. 178–189.
3. **Dmitrienko S. G., Shekhovtsova T. N.** Training of Specialists in Analytical Chemistry. In book *The Division of Analytical Chemistry of M. V. Lomonosov Moscow State University*. Moscow, PRESS-BOOK.RU, 2017. pp. 179–190.
4. *Fundamentals of Analytical Chemistry*. In 2 books. (Ed. Yu. A. Zolotov). Moscow, Publishing Center Akademia, 2014, v. 1. 400 p., v. 2. 416 p.
5. *Fundamentals of Analytical Chemistry. Handbook*. (Ed. Yu. A. Zolotov). Moscow, Laboratory of Knowledge, 2017. 462 p.
6. *Analytical Chemistry – Additional Chapters (Lectures on Special Courses) Book 1* (Ed. Vershinin V. I.) Omsk, Published in Omsk State University, 2017, 250 p.
7. *Field Chemical Analysis*. (Ed. Yu. A. Zolotov) Moscow, Nauka Publ., 2010, 564 p.
8. **Tsyin G. I., Statkus M. A.** Sorption Concentration of Microelements under Dynamic Conditions. Moscow, LENAND, 2016, 480 p.
9. **Bolshov M. A., Seregina I. Ph.** Elemental Mass-spectrometry with Inductively Coupled Plasma. Moscow, Published in MSU, 2017, 69 p.
10. **Shekhovtsova T.** Current State of Analytical Chemistry Teaching in Russian Universities. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v. 17, no 410, pp. 3917–3924.