

ВЫСШАЯ ШКОЛА

ТРЕБОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ К ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ УМЕНИЯМ ВЫПУСКНИКОВ ХИМИЧЕСКИХ ФАКУЛЬТЕТОВ УНИВЕРСИТЕТОВ

Кустова Т.П.

Ивановский государственный университет, г. Иваново

Уже давно стало общепринятым определение химии как науки экспериментальной. «Химии никоим образом научиться невозможно, не видав самой практики и не принимаясь за химические операции», – писал М.В. Ломоносов графу К.Г. Разумовскому в «репорте» о назначении в химическую лабораторию студентов в январе 1750 г. [1]. С тех пор минуло более четверти тысячелетия, а положение дел остаётся прежним: химический эксперимент лежит в основе подготовки химика-профессионала.

В настоящей статье будут рассмотрены требования, которые предъявляют нормативные документы к экспериментальным умениям химиков – выпускников классических университетов РФ и, в первую очередь, действующие образовательные и профессиональные стандарты. Кроме того, на основе собственного тридцатилетнего опыта преподавания химии в региональном вузе и анализа мнения коллег из крупных федеральных университетов (в том числе, из

МГУ им. М.В. Ломоносова) будет предпринята попытка ответа на вопрос, что должна включать практическая подготовка химика-экспериментатора, чтобы он был конкурентоспособным на современном рынке труда?

Требования нормативных документов к подготовке химика по укрупнённой группе специальностей и направлений подготовки

04.00.00 Химия

Современный этап развития российского образования характеризуется его активным реформированием: переходом на трёхуровневую систему подготовки выпускников вузов (бакалавр – специалист/магистр – аспирант) и стандартизацией. Понятия «государственный образовательный стандарт» (ГОС) и «примерная основная образовательная программа» (ПООП), введённые в 1992 году законом «Об образовании», прочно вошли в лексикон преподавателей высшей школы. Первый образовательный стандарт ГОС-1 или (1996–2000 гг.) и последовавший за ним ГОС-2 (2000–2010 гг.) довольно жёстко задавали перечень учебных дисциплин по каждому направлению подготовки или специальности, их трудоёмкость (в часах) и набор дидактических единиц; при этом только 10% от объёма образовательной программы (ОП) отводилось на учебные дисциплины так называемого «национально-регионального и вузовского компонента».

Начиная с 2011 г., появились федеральные стандарты нового поколения – ФГОС ВПО (2011–2013 гг.) и действующие в настоящее время ФГОС ВО - ФГОС 3+ (с 2016 г.) и ФГОС 3++ (с 2017 г.). Федеральные стандарты предоставили образовательным организациям большую свободу в проектировании ОП. Дисциплины в учебном плане стали делиться на две части: базовую (обязательную) и вариативную (формируемую участниками образовательных отношений). Из стандартов ушла детализация, в них сформулированы только рамочные требования к условиям реализации ОП (в части материально-технической базы, квалификации преподавателей и пр.), её структуре и результатам освоения ОП в виде набора компетенций выпускника.

Компетентностная модель выпускника, к сожалению, также оказалась рамочной, а формулировки общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных компетенций (ПК) весьма размыты. Например, в ФГОС 3+ читаем: «Выпускник (бакалавриата) должен обладать способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1)» Какие разделы современной химии следует считать фундаментальными? Что значит «использовать знания»? Или: «Выпускник (специалитета) должен владеть системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3)». О каких конкретно методологических аспектах химии идёт речь? В философии нет единой классификации форм и методов научного познания, каких подходов следует придерживаться?

За экспериментальную подготовку выпускников-химиков в ФГОС 3+ «отвечают» компетенции, сведенные для удобства восприятия в табл. 1.

Таблица 1

Компетенции выпускников бакалавриата, специалитета и магистратуры по УГСН 04.00.00 Химия, направленные на формирование экспериментальных умений и навыков (ФГОС 3+)

Компетенция	Бакалавриат (04.03.01 Химия)	Специалитет (04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия)	Магистратура (04.04.01 Химия)
ОПК-2	Владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Владение современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обра-

Компетенция	Бакалавриат (04.03.01 Химия)	Специалитет (04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия)	Магистратура (04.04.01 Химия)
			ботке, хранении, представлении и передаче научной информации
ОПК-3			Способность реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях
ОПК-6	Знание норм техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Владение нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	
ПК-1	Способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методам	Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты	Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты
ПК-2	Владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Владение навыками использования современной аппаратуры при Проведении научных исследований	Владение теорией и навыками практической работы в избранной области химии
ПК-3			Готовность использовать современную

Компетенция	Бакалавриат (04.03.01 Химия)	Специалитет (04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия)	Магистратура (04.04.01 Химия)
			аппаратуру при проведении научных исследований
ПК-4	Способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Способность применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	
ПК-5	Способность получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий		
ПК-7	Владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учётом их физических и химических свойств		

Как видно из данных табл. 1, немало компетенций выпускников регламентируют их умения и навыки в выполнении химического эксперимента с соблюдением норм техники безопасности. А теперь вчитаемся в формулировки компетенций. Сравним, например, содержание компетенций ОПК-6 и ПК-7 в бакалавриате. По моему мнению, «владение методами безопасного обращения с химическими материалами» является частным случаем «умения реализовывать нормы техники безопасности». А в образовательном стандарте магистратуры «пересекаются» компетенции ПК-2 и ПК-3, так как «навыки практической работы в области химии», безусловно, включают «готовность использовать современную аппаратуру». Существенно более чёткими в ФГОС 3+ являются «горизонтальные» связи между компетенциями. Рассмотрим это на примере ПК-1. Если бакалавр должен уметь выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам, то спе-

циалист должен проводить научные исследования в полном объёме, но по сформулированной тематике, в то время, когда магистр помимо изложенного выше должен самостоятельно составлять план исследования». Всё чётко и логично.

Хочу отметить, что обнаруженные «огрехи» в формулировании компетенций не следует ставить в вину разработчикам – ФУМО по классическому университетскому образованию, так как временной лаг между образовательными стандартами 2-го и 3-го поколения составлял около 4 лет, а между ФГОС ВПО и ФГОС 3+ – 3 года. В связи с этим перестройка образовательного процесса в соответствии с новыми требованиями велась на ходу, вузы не успевали сделать выпуск по одному стандарту образования, как вводился новый. Коллеги хорошо помнят времена, когда в середине учебного года в авральном режиме (буквально в течение 2-х недель) переделывались ОП, вносились коррективы в учебные планы, рабочие программы дисциплин и практик, а также их методическое обеспечение.

Ситуация изменилась в лучшую сторону в 2017 году, когда Минобрнауки РФ предусмотрело двухлетний переходный период от ФГОС 3+ к ФГОС 3++, разрешив вузам с 1 сентября 2019 г. принимать студентов на обучение по новому стандарту. Во многом это было связано ещё и с тем, что не были введены в действие многие профессиональные стандарты, на которые нужно было ориентировать ОП, проектируемые на основе ФГОС 3++.

С новым стандартом изменились подходы к формированию компетентностной модели выпускника. Вместо общекультурных компетенций (ОК) появились универсальные (УК), и они стали одинаковыми для всех направлений подготовки, число ОПК было сокращено, а профессиональные компетенции и вовсе пропали из стандарта. Формирование ПК образовательная организация должна теперь проводить самостоятельно, исходя из направленности (профиля) ОП, на основе выбранных профессиональных стандартов (одного или нескольких). Профессиональные компетенции могут быть установлены ПООП, после включения её в федеральный реестр. (Замечу, что к мо-

менту написания этой статьи разработанные ФУМО Примерные основные образовательные программы бакалавриата, специалитета и магистратуры по УГСН 04.00.00 Химия размещены на сайте *fgosvo.ru* только в виде проектов и в федеральный реестр не вошли.)

Большим достижением ФУМО по химии, на мой взгляд, является включение в ФГОС 3++ в части требований к условиям реализации программ бакалавриата и специалитета следующих позиций: «Оснащённость лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся должны соответствовать требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами. ... Не допускается замена оборудования его виртуальными аналогами». В проектах ПООП бакалавриата и специалитета даны ещё более жёсткие рекомендации по организации практикумов, например, в разделе 6.1: «Требуется содержание лабораторного оборудования и использования специализированных материальных запасов для выполнения лабораторных работ по базовым дисциплинам, и сложного лабораторного оборудования и (или) использования специализированных материальных запасов для работы лабораторных практикумов по профильным (специальным) дисциплинам; соотношение численности учебно-вспомогательного персонала к численности профессорско-преподавательского состава (в целочисленных ставках) не менее 1:3».

Обратимся теперь к компетентностной модели выпускника в свете нового образовательного стандарта. В табл. 2 для разных уровней высшего образования сопоставлены общепрофессиональные компетенции, которыми должны овладеть выпускники-химики согласно ФГОС 3++ для формирования у них экспериментальных умений и навыков.

Данные табл. 2 указывают на то, что по-прежнему, как и в ФГОС 3+, за экспериментальную подготовку химиков «отвечают» две общепрофессиональные компетенции, причём, исходя из формулировок, у магистров их обозначение имеет обратный порядок.

Таблица 2

**Компетенции выпускников бакалавриата, специалитета
и магистратуры по УГСН 04.00.00 Химия, направленные
на формирование экспериментальных умений и навыков
(ФГОС 3++)**

Компетенция	Бакалавриат (04.03.01 Химия)	Специалитет (04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия)	Магистратура (04.04.01 Химия)
ОПК-1	Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчётно-теоретических работ химической направленности	Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчётно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения
ОПК-2	Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчётно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук

Требования к подготовке обучающихся возрастают с увеличением уровня образования, т.е. «горизонтальная логика» соблюдена. В проектах Примерных основных образовательных программ представлены индикаторы достижения этих компетенций, которые сведены в табл. 3.

Таблица 3

**Индикаторы достижения компетенций ОПК-1 и ОПК-2
для выпускников бакалавриата, специалитета и магистратуры
по УГСН 04.00.00 Химия (ФГОС 3++)**

Компетенция	Бакалавриат (04.03.01 Химия)	Специалитет (04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия)	Магистратура (04.04.01 Химия)
ОПК-1	<p>ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчётов свойств веществ и материалов.</p> <p>ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчётно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.</p> <p>ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчётно-теоретических работ химической направленности</p>	<p>ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчётов свойств веществ и материалов.</p> <p>ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчётно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.</p> <p>ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчётно-теоретических работ химической направленности</p>	<p>ОПК-1.1. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук.</p> <p>ОПК-1.2. Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук</p> <p>ОПК-1.3. Ис-</p>

Компетенция	Бакалавриат (04.03.01 Химия)	Специалитет (04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия)	Магистратура (04.04.01 Химия)
			пользует современные расчётно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач.
ОПК-2	<p>ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.</p> <p>ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик.</p> <p>ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.</p> <p>ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования</p>	<p>ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p> <p>ОПК-2.2. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования</p>	<p>ОПК-2.1. Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчётно-теоретических работ, корректно интерпретирует их.</p> <p>ОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчётно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук</p>

Анализируя индикаторы достижения компетенций ОПК-1 и ОПК-2, следует отметить, что они, в целом, отражают всю палитру экспериментальных умений выпускника-химика с учётом уровня образования. И если способности бакалавров и специалистов касаются выполнения практической работы химической направленности, то у магистров они охватывают и смежные с химией науки.

Теперь остановимся на подходах к формированию профессиональных компетенций и индикаторов их достижения. Напомню, что за эту позицию ОП согласно новому стандарту отвечает образовательная организация. На начальном этапе проектирования ОП вузы столкнулись с проблемой: какие типы задач профессиональной деятельности выпускника следует выбрать? Как правило, региональные классические университеты, являющиеся кузницей учительских кадров в своём регионе, выбирают педагогический и научно-исследовательский тип задач. Если в губернии имеются крупные градообразующие предприятия химического профиля, то к этому перечню добавляют ещё технологический и организационно-управленческий типы задач профессиональной деятельности. На следующем этапе проектирования ОП идёт поиск подходящих профессиональных стандартов (ПС) для каждого вида деятельности. И если с педагогическим профилем особых проблем не возникает, так как имеются три «профильных» профессиональных стандарта – ПС 01.001 «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)»; ПС 01.003 «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» и ПС 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования», то для реализации научно-исследовательской подготовки выпускника «универсальных» ПС нет. Наиболее близок к идеальному, по мнению профессионального сообщества, ПС «Научный работник», но он до сих пор не утверждён Министерством труда и социальной защиты РФ. В связи с этим, разрабатывая ОП специалитета в ФГБОУ ВО «ИвГУ», мы были вынуждены ориентироваться на стандарты, относящиеся к

сквозным видам профессиональной деятельности в промышленности, в частности на ПС 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» и ПС 40.008 «Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами». На основе анализа указанных ПС в части обобщенных трудовых функций и трудовых функций и с учётом рекомендаций ПООП нами сформулированы следующие профессиональные компетенции выпускника специалитета, необходимые для решения задач профессиональной деятельности научно-исследовательского типа:

ПК-1: способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках;

ПК-2: способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук;

ПК-3: способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

Ниже в качестве примера представлен разработанный нами паспорт профессиональной компетенции ПК-2 (табл. 4).

Таблица 4

Паспорт профессиональной компетенции ПК-2 выпускника специалитета 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Основания включения в перечень планируемых результатов освоения ОП и установления индикаторов достижения ПК
ПК-2. Способен проводить патентно-информационные исследо-	ПК-2.1. Знает: 2.1.1 средства и методы поиска научной информации, 2.1.2 приёмы работы с источниками информации (приёмы техники чтения,	1. Рекомендация Примерной образовательной программы.

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Основания включения в перечень планируемых результатов освоения ОП и установления индикаторов достижения ПК
вания в выбранной области химии и/или смежных наук	правила ведения записей), 2.1.3 виды и характеристики баз данных, ЭБС, НЭБ, 2.1.4 алгоритм работы с современными компьютерными базами данных масс-спектров, спектров ЯМР и др. соединений различных классов, 2.1.5 структуру патента. ПК-2.2. Умеет: 2.2.1 осуществлять направленный поиск научной информации по теме исследования, 2.2.2 пользоваться современными компьютерными базами данных масс-спектров, спектров ЯМР и др. соединений различных классов, 2.2.3 составлять аннотацию, конспект, рецензию источников, выделять главные позиции в источнике. ПК-2.3. Имеет практический опыт: 2.3.1 поиска научной информации в выбранной области химии, 2.3.2 структурирования и анализа информации, 2.3.3 представления информации в виде таблиц, диаграмм, рисунков, инфографики; написания аннотации, конспекта, 2.3.4 оформления библиографических ссылок, цитат, списка литературы к научным работам	2. Анализ профессиональных стандартов 40.008 и 40.011. 3. Анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам на рынке труда. 4. Обобщение отечественного и зарубежного опыта. 5. Консультации с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники

Помимо индикаторов достижения компетенции паспорт содержит оценочные средства, позволяющие определить уровень сформированности данной компетенции. Для ПК-2 в качестве оценочного средства нами был предложен ряд ситуационных задач. Ниже приведен пример одной из них.

Пример. Научный руководитель поручает Вам подготовить фрагмент раздела научной статьи «Введение», содержащий информацию о биологической активности Вашего объекта исследования, и составить библиографический список работ отечественных и зарубежных авторов за последние 2 года (от 3 до 5 публикаций). Вам рекомендовано использовать для поиска научной информации ресурсы НЭБ eLibrary и PubMed.

Критерии и шкала оценки:

Индикаторы достижения компетенции	Показатели выполнения индикаторов (варианты выполнения задания)	Уровень сформированности компетенции (*)
ПК-2.1.1 ПК-2.1.2 ПК-2.2.1 ПК-2.3.4	Студент воспользовался рекомендованными ресурсами, провёл расширенный поиск информации по ключевым словам, выбрал нужные источники и правильно составил их библиографическое описание. Грамотно написал фрагмент текста «Введения» на основе анализа найденной информации	Компетенция сформирована
	Студент воспользовался рекомендованными ресурсами, провёл поиск информации по ключевым словам, выбрал нужные источники. В библиографическом описании источников сделал не более 1-2 ошибок. Написал фрагмент текста, в целом, правильно, допустив не более 2 неточностей	Компетенция сформирована в основном
	Студент воспользовался рекомендованными ресурсами, но по ключевым словам не нашёл нужных источников	Компетенция не сформирована

(*) Вывод об уровне сформированности компетенции делается на основе анализа показателей выполнения индикаторов

Методические указания по организации и процедуре оценивания:

на решение задачи отводится 45 минут, студенту разрешается пользоваться компьютером, имеющим выход в интернет и приложения пакета Microsoft Office.

Ещё один пример. По направлению подготовки 04.03.01 Химия по ФГОС 3++ в ИВГУ реализуется ОП «Медицинская и фармацевтическая химия». С учётом профиля (направленности) этой ОП, одна из профессиональных компетенций выпускника бакалавриата была сформирована на основе анализа обобщённых трудовых функций и трудовых функций ПС 02.013 «Специалист по промышленной фармации в области контроля качества лекарственных средств». Ниже приведено содержание этой ПК и индикаторов её достижения:

ПК-3: способен проводить исследования образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды, в том числе с использованием технических средств;

ПК-3.1: знает научные основы современных методов синтеза и идентификации лекарственных средств, определения и количественной оценки физиологической активности химических веществ и применяет их на практике;

ПК-3.2: проводит исследования упаковочных материалов и объектов производственной среды.

Завершая анализ требований нормативных документов к выпускнику химических факультетов классических университетов, следует отметить, что в настоящее время профессиональное сообщество преподавателей вынуждено постоянно «держать руку на пульсе», отслеживать изменения в образовательных и профессиональных стандартах, анализировать требования, предъявляемые к выпускникам на рынке труда, а также проводить консультации с ведущими работодателями и привлекать их к реализации ОП. Казалось бы, это правильно, и в перспективе должно способствовать подготовке высококлассного специалиста-химика, «заточенного» для решения конкретных прикладных задач. Но вместе с тем на протяжении последнего десятилетия неуклонно возрастает интенсивность труда преподавателей [2]. Необходимость постоянной переработки рабочих программ, содержания лекционных курсов, фондов оценочных средств, методического сопровождения дисциплин всё меньше оставляет преподавателю вре-

мени на научную работу, самообразование, творческое осмысление содержания преподаваемых дисциплин, не позволяет объективно и вдумчиво оценить результаты обучения, что, в конечном итоге, не может не привести к снижению качества образования.

Как подготовить высококлассного химика-экспериментатора?

Опыт работы в вузе показывает, что профессиональная компетентность химика достигается при гармоничной экспериментальной и теоретической подготовке. Очень важно сформировать у обучающихся «чувство вещества», а для этого необходимо наблюдение за веществами и выполнение манипуляций с ними. Ниже будут рассмотрены (очень кратко и обобщённо) наиболее важные, по моему мнению и мнению моих коллег, экспериментальные умения выпускника, которые (для удобства восприятия) будут разделены на группы.

1. Умения, связанные с правильным хранением и безопасным извлечением веществ. К этой группе относятся:

- умение «читать» маркировку реактивов, чтобы правильно оценить степень чистоты (квалификацию), токсикологические характеристики, горючесть и др. свойства;
- способность извлекать вещество из тары безопасным методом, используя подходящий инструмент: металлический шпатель, фарфоровую ложку и др. (для твердых веществ); пипетку с грушей (для жидкостей);
- умение герметично укупорить склянку (например, используя разогретый парафин);
- умение правильно выбирать условия хранения вещества (температурный режим, наличие вытяжки, на свету или в темноте и пр.);
- умение утилизировать отходы реагентов.

2. Общелабораторные умения:

- работа с химической посудой: умение правильно называть посуду (бюретка, колба, пикнометр, бюкс и пр.), знать её предназначение, а также владеть приёмами безопасной работы с ней, умение «читать» маркировку посуды для определения её хими-

ческой и термической стойкости, обладание навыками калибровки посуды и выполнения простых стекловудных работ (вытягивание пипеток, запаивание ампул);

- способность выполнять стандартные операции, такие как: фильтрование, взвешивание, отмеривание заданных аликвот жидкостей, приготовление растворов определённой концентрации (по точной навеске, методом разбавления, с использованием фиксалялов), в том числе с применением термостатирования, определение плотности растворов с использованием ареометра;
- работа со стандартным лабораторным оборудованием: нагревательными приборами, штативами, холодильниками, умение собирать установки для выполнения очистки веществ, разделения смесей и выделения компонентов в чистом виде;
- умение пользоваться типовыми приборами: весами техническими и аналитическими, иономерами, фотоэлектроколориметрами, рефрактометрами и пр.

3. Умения, связанные со знанием свойств веществ:

- выполнение очистки вещества (перегонка при атмосферном давлении и в вакууме, перегонка с водяным паром, перекристаллизация и др.);
- умение проводить идентификацию вещества: с применением качественных реакций; по физико-химическим характеристикам – по температуре плавления и кипения, по плотности, показателю преломления; с использованием инструментальных методов: хроматографических (ТСХ, ГЖХ) и спектральных (ИК, УФ, ЯМР ^1H -спектроскопии).

4. Особые умения – работа с оборудованием для проведения научных исследований: ХМС, РСА и др., в том числе со специализированным оборудованием Центров коллективного пользования.

Я сознательно оставила за рамками обсуждения организационные умения студентов, связанные с предварительной подготовкой к экспериментальной работе, сбором и анализом информации, ведением лабораторного журнала, аккуратностью и чёткостью выполнения хи-

мических опытов. Всё это является предметом отдельного изучения и осмысления.

В заключение следует подчеркнуть, что формирование экспериментальных умений выпускников химических факультетов классических университетов является приоритетной задачей их подготовки к будущей профессиональной деятельности. Высококласный химик-экспериментатор должен иметь не только основательную теоретическую подготовку, но и «хорошие руки» для того, чтобы стать конкурентоспособным на современном рынке труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ломоносов М.В. О воспитании и образовании. М.: Директ-Медиа, 2014. – С. 31.
2. Белецкая И.П., Лукашев Н.В., Вацадзе С.З., Ненайденко В.Г., Негребецкий В.В., Бауков Ю.И., Белавин И.Ю., Буцеева А.А., Белобородов В.Л., Селиванова И.А., Ильясов И.Р., Невская Е.Ю., Сорокина Е.А., Сырбу С.А., Усольцева Н.В., Данилин А.А., Нечаева О.Н., Пурыгин П.П., Дерябина Г.И., Аксенов А.В., Аксенова И.В., Овчаров С.Н., Гаврилова Е.Л., Урядов В.Г., Захаров В.М., Синяшин О.Г., Клочкова И.Н., Крылатова Я.Г., Скорняков Ю.В., Овчинников К.Л., Колобов А.В., Кустова Т.П. Некоторые вопросы преподавания органической химии в университетах России // Журнал органической химии. 2017, т. 53, вып. 10. – С. 1415–1470.