

# Преподавание аналитической химии студентам фармацевтической специальности факультета фундаментальной медицины МГУ им. М.В.Ломоносова

О. В. Моногарова, к. х. н.<sup>1</sup>, Е. И. Каленикова, д. фарм. н.<sup>2</sup>

УДК 348.147

Рассмотрены особенности фармацевтической специальности в рамках подготовки студентов факультета фундаментальной медицины Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Обсуждены наиболее важные аспекты преподавания аналитической химии студентам-провизорам: ориентация общего курса аналитической химии на будущую профессиональную деятельность; разработка новых элективных курсов, направленных на специализированное изучение отдельных физико-химических методов; научно-исследовательская работа, посвященная разработке новых аналитических подходов для решения фармацевтических задач.

**Ключевые слова:** аналитическая химия, фармацевтическая специальность, фармацевтический анализ, преподавание, высшее профессиональное образование

## Особенности фармацевтической специальности

Факультет фундаментальной медицины (ФФМ) создан ректором Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова (МГУ) В. А. Садовничим в 1992 году. Подготовка по специальности «фармация» по 5-летней программе начата в 2008 году, с 2011 года срок обучения провизора увеличен до шести лет. Область профессиональной деятельности выпускников по специальности «Фармация» включает фармацевтическую деятельность в сфере обращения лекарственных средств. Специальность «Фармацевтическая химия, фармакогнозия» связана «с изучением физических, химических, биологических свойств лекарственных веществ и лекарственного сырья и разработкой методов получения, очистки, стандартизации

и контроля качества лекарственных средств» [1]. Основу методологии составляет комплекс физических, химических, физико-химических, биологических, биохимических и биофармацевтических методов. По окончании специалитета провизор должен уметь «...проводить мониторинг качества, эффективности и безопасности лекарственных средств...» [1]. Объектами фармацевтического анализа традиционно являются лекарственные субстанции и препараты (классический фармацевтический анализ по нормативной документации), а также вода, воздух, почва, растения, ткани животных и человека для фармакокинетических и токсикологических исследований (биофармацевтический анализ). В зависимости от поставленных задач фармацевтический анализ включает в себя различные формы контроля качества лекарств: анализ готовых лекарственных форм (порошков, драже, таблеток, капсул и т. п.) и растительного лекарственного сырья, постадийный контроль производства лекарственных средств и экспресс-анализ в аптечных условиях, определение содержания токсических веществ, примесей и продуктов разложения и т. п.

<sup>1</sup> Химический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, o\_monogarova@mail.ru.

<sup>2</sup> Факультет фундаментальной медицины МГУ им. М. В. Ломоносова, eikaleni@fbm.msu.ru.

Для контроля качества лекарственных средств используют методы анализа, которые описаны в Фармакопейных статьях или включены в Государственную Фармакопею [2]. Любая лекарственная субстанция (действующее вещество природного или синтетического происхождения, из которого изготавливают лекарственное средство) или лекарственная форма не могут быть использованы для потребления конечным пользователем, если не разработаны методики их качественного и количественного анализа. Разработанные аналитические методики тщательно проверяют, отрабатывают и включают в Фармакопейную статью. Таким образом, фармакопейный анализ – контроль качества лекарственного сырья, субстанций, лекарственных форм, проводимый в соответствии с требованиями Фармакопеи и, как правило, с применением методов аналитической химии. При этом используемые методики определения состава лекарственных препаратов и лекарственного растительного сырья должны быть аттестованы и внесены в основной документ – Государственную Фармакопею.

Следует отметить, что фармацевтический анализ имеет свои особенности, отличающие его от других, поскольку объекты представляют собой вещества различной природы в широком диапазоне содержаний. Кроме того, необходимо анализировать не только индивидуальные лекарственные вещества, но и их смеси с большим числом компонентов. С каждым годом количество лекарственных средств возрастает, возникает необходимость разработки новых способов анализа фармпрепаратов. Каким требованиям должен удовлетворять фармацевтический анализ? Он должен быть селективным, чувствительным, точным, воспроизводимым, экспрессным, простым и экономичным. Селективность выбранного метода важна при проведении анализа смесей лекарственных веществ, при определении действующего вещества в присутствии продуктов разложения и примесей. Требования к чувствительности и точности повышаются при оценке степени чистоты препарата. Высокочувствительный метод позволяет установить минимальные содержания примесей и продуктов трансформации действующих веществ. При постадийном контроле производства, при проведении экспресс-анализа в аптеках важную роль играет время, затраченное на мониторинг лекарственного препарата.

Количественный анализ выполняют как классическими химическими (титриметрией и гравиметрией), так и инструментальными (спектроскопическими, хроматографическими, электрохимическими и т. п.) методами.

Из титриметрических методов чаще всего используют кислотно-основное титрование в неводных средах, окислительно-восстановительное титрование и комплексонометрию (для определения катионов металлов). Гравиметрию применяют, как правило, для контроля потери массы лекарственного препарата при его высушивании, реже – для определения содержания отдельных компонентов. К основным преимуществам классических химических методов анализа следует отнести высокую точность, низкую стоимость, возможность определения больших количеств (в первую очередь, действующего вещества), к недостаткам – ограниченный круг определяемых веществ, узкие диапазоны определяемых содержаний и, главное, низкую чувствительность. Поэтому при определении следовых количеств примесей или продуктов трансформации действующих веществ целесообразно использование высокочувствительных инструментальных методов.

В последние годы расширяется применение хроматографических методов анализа (тонкослойной (ТСХ), газожидкостной (ГЖХ) и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ)). Метод ТСХ используют как для идентификации, разделения, так и для определения фармакологически активных веществ и примесей в лекарственных препаратах. Методами ГЖХ, как правило, определяют содержание остаточных растворителей в субстанциях и лекарственных формах. Сегодня в практике фармацевтического анализа возрастает роль ВЭЖХ, которая дополняет или заменяет традиционные методы. Среди электрохимических методов анализа лекарственных препаратов лидерство, по-прежнему, удерживает потенциометрия, особенно потенциометрическое титрование в неводных средах. Значительно реже используют кулонометрию и вольтамперометрию. Среди спектроскопических методов анализа широко применяют спектрофотометрию (особенно в УФ-области спектра), колориметрию (для оценки цветности и прозрачности растворов), рефрактометрию и ИК-спектроскопию (преимущественно для определения подлинности субстанций и компонентов лекарственных форм). При анализе лекарственных препаратов решают несколько аналитических задач. Во-первых, проведение качественного анализа, то есть идентификацию компонентов фармацевтического препарата; во-вторых, количественный анализ, включающий определение действующих веществ, остаточных растворителей, вспомогательных веществ и посторонних примесей.

В табл. 1 представлены основные методы, используемые для определения подлинности, доброкачественности лекарственных средств

Таблица 1. Методы анализа лекарственных веществ

Название метода	Подлинность лекарственных средств	Количественный анализ лекарственных веществ	Другие показатели качества лекарственных средств
<b>Спектральные методы анализа</b>			
Спектрометрия БИК	+ (экспресс)		+
Спектрометрия ИК	+		+
Спектрофотометрия в видимой и УФ-области	+	+	+
Атомно-эмиссионная спектрометрия			+
Атомно-абсорбционная спектрометрия			+
Флуориметрия		+	+
Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	+	+	+
Масс-спектрометрия	+	+	
Рамановская спектрометрия	+ (экспресс)		
Рентгенофлуоресцентная спектрометрия	+	+	
Рентгеновская порошковая дифракция	+	+	
<b>Электрохимические методы анализа</b>			
Ионометрия		+	+
Кондуктометрия	+	+	
Электрофорез	+		+
Капиллярный электрофорез	+		+
Электрофорез в полиакриламидном геле	+		+
Косвенная амперометрия		+	+ (метод Фишера)
Косвенная потенциометрия		+	
<b>Хроматографические методы анализа (хроматография)</b>			
Бумажная	+		+
Тонкослойная	+		+
Газовая	+	+	+
Высокоэффективная жидкостная	+	+	+
Сверхкритическая флюидная	+	+	+
Эксклюзионная	+	+	+
Ионообменная	+	+	+
Аффинная	+	+	+

и количественного анализа фармацевтических субстанций.

Студенты-провизоры изучают множество химических дисциплин, среди которых немаловажную роль играет аналитическая химия.

### **Аналитическая химия для студентов-провизоров**

Учебный курс аналитической химии для студентов фармацевтической специальности ФФМ МГУ им. М. В. Ломоносова был подготовлен в соответствии с программой, рекомендованной Министерством здравоохранения России для фармацевтических вузов и факультетов в 2000 году. Дисциплина «аналитическая химия» относится к базовой части учебного плана подготовки специалиста и изучается студентами-провизорами на втором курсе в течение двух семестров. Календарный план курса включает в себя лекции, семинары и лабораторные занятия. К промежуточным формам аттестации относятся коллоквиумы, контрольные работы, домашние задания, тестовые опросы. В конце третьего и четвертого семестров предусмотрены зачет и письменный экзамен соответственно. Общий объем дисциплины составляет 12 зачетных единиц\*, в том числе 259 академических часов, отведенных на контактную работу студентов, и 173 академических часа – на самостоятельную работу.

Главные цели изучения аналитической химии студентами-провизорами – приобретение фундаментальных знаний по этой дисциплине, а также освоение химических и инструментальных методов анализа, получивших наиболее широкое распространение в фармацевтической практике. Для достижения высокой квалификации необходимо изучить общие принципы качественного химического анализа основных классов неорганических и органических веществ и лекарственных препаратов разных фармакологических групп; проработать теоретические основы и освоить на практике классические химические (гравиметрию, титриметрию) и инструментальные (физические и физико-химические: спектроскопические, электрохимические и хроматографические) методы количественного анализа; познакомиться с основами методов разделения, концентрирования веществ и научиться использовать их в практике фармацевтического анализа.

Важной особенностью и преимуществом курса является ориентация практических и теоретических

заданий на будущую профессиональную деятельность студентов-провизоров – применение изучаемых методов для решения фармацевтических задач. Большинство лабораторных работ посвящено анализу лекарственных препаратов химическими или инструментальными методами [3].

В течение почти двух месяцев с начала учебного года студенты активно занимаются качественным анализом, проводят множество Фармакопейных реакций обнаружения катионов и анионов, систематический и дробный качественный анализ конкретных фармацевтических препаратов в виде различных лекарственных форм (растворов, сиропов, эмульсий, суспензий, кремов, мазей, таблеток, драже и др.). Наиболее распространены для анализа в учебных целях препараты, содержащие неорганические компоненты: «Маалокс», «Ферроплекс», «Де-Нол», «Фосфалюгель», «Алмагель», цинковые мази и глазные капли, кардиопрепараты и т. п.

Следующий блок лабораторных работ посвящен количественному анализу препаратов классическими химическими методами – титриметрическим и гравиметрическим. Этим методам уделяется очень большое внимание в практикуме по аналитической химии со студентами-провизорами, поскольку они относятся к фармакопейным. Оба метода применяются для контроля качества лекарственных препаратов и лекарственного растительного сырья. В практикуме в равной степени представлены все четыре группы титриметрических методов. В качестве примеров можно привести кислотно-основное титрование аскорбиновой кислоты, комплексонометрическое титрование висмута в препарате «Де-Нол», осадительное титрование сульфата магния в инъекционном растворе методом бариметрии, перманганатометрическое определение пероксида водорода в гидроперите и др.

Большую часть четвертого семестра студенты выполняют практикум по инструментальным методам анализа. Среди всего многообразия аналитических методов особое внимание уделено спектральным, электрохимическим и хроматографическим. Лабораторные работы по этим группам методов также ориентированы на фармацевтическую практику: спектрофотометрическое определение дибазола и папаверина при совместном присутствии способом Фирордта, контроль качества таблеток аспирина и разделение аминокислот методом тонкослойной хроматографии, ионометрическое определение фторида в противокариесных препаратах и др. В самое ближайшее время в практикум по аналитической химии планируется ввести ряд новых актуальных фармацевтических задач, среди

\* Зачетная единица – единица измерения трудоемкости учебной работы, составляет 36 ч. – Прим. ред.

которых амперометрическое титрование цинка в препаратах; спектрофотометрическое определение парацетамола и кофеина в цитрамоне способом Фирордта; разделение водорастворимых витаминов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии и др.

Внедрение повседневных профессиональных задач в практикум обеспечивает более высокую эффективность обучения и повышает интерес к аналитической химии, позволяя студентам понять, как изучаемая ими научная дисциплина может понадобиться в дальнейшей работе [3].

### Письменный экзамен

В конце учебного года студента ждет письменный экзамен. Экзаменационный билет посвящен конкретному неорганическому соединению, как правило соли. В него входят вопросы как теоретического, так и расчетного характера, а также элементы практических навыков (идентификация веществ по цвету, запаху, название химической посуды и т. д.) [4]. Билет состоит из шести блоков: характеристика соединения; реакции обнаружения ионов; расчетные задачи по химическому равновесию; задачи по химическим методам количественного анализа; задачи по инструментальным (физико-химическим) методам количественного анализа; общие практические вопросы. Все задания так или иначе связаны с химическим соединением, которому посвящен экзаменационный билет. Такой подход позволяет систематизировать полученные студентом знания, осознать возможность их применения для решения конкретных реальных задач.

### О рейтинге

Для оценки знаний студентов в течение учебного года используется рейтинговая система. На протяжении последних лет она постоянно совершенствуется. Оценивается абсолютно каждая позиция календарного плана: качество выполнения и оформления всех лабораторных работ, коллоквиумы, рубежные контрольные работы, домашние задания. Для получения оценки «отлично» студенту необходимо получить не менее 90% от максимального числа баллов, для получения оценки «хорошо» – не менее 80%.

При выставлении итоговой оценки принимается во внимание не только балл за экзамен, но и работа студента в семестре, то есть суммарный рейтинг. Оценки «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» выставляются студентам, набравшим не менее 85, 70 и 55% от максимального балла суммарного рейтинга соответственно. Студент, набравший

на экзамене менее 60 баллов и/или менее 55% от общего рейтинга, получает оценку «неудовлетворительно».

На данный момент рейтинговая система достаточно адекватно отражает истинные знания студентов, но, тем не менее, продолжает совершенствоваться. Апробирован альтернативный рейтинг, в основе которого лежит статистическая обработка оценок, выставленных по пятибалльной шкале, по всем позициям учебной программы дисциплины. Новый рейтинг более «прозрачен», позволяет наиболее объективно подойти к оценке знаний студентов. Работа над модифицированием рейтинговой системы продолжается.

### Научно-исследовательская деятельность студентов

Программа по аналитической химии на факультете фундаментальной медицины имеет научно-исследовательскую направленность. Студенты старших курсов нередко выбирают аналитические лаборатории для выполнения курсовых, дипломных, а также аспирантских работ. В частности, в 2013–2015 годах студенты-провизоры с успехом защитили дипломные проекты, выполненные на кафедре аналитической химии. Среди них:

- определение микроэлементов в биологических жидкостях и фармацевтических препаратах методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой [5];
- сорбционно-рентгенофлуоресцентное и атомно-эмиссионное определение микроэлементов в растительном лекарственном сырье и витаминно-минеральных комплексах [6];
- цветометрическое и косвенное рентгенофлуоресцентное определение фармпрепаратов с использованием пенополиуретановых сорбентов [7, 8].

В 2020 году выпускник ФФМ МГУ защитил выполненную на кафедре аналитической химии диссертацию на соискание ученой степени кандидата фармацевтических наук на тему «Идентификация и определение действующих веществ в лекарственных средствах методом цифровой цветометрии». Научная работа, посвященная разработке новых и совершенствованию уже существующих методов анализа лекарственных средств и фармацевтических препаратов, продолжается и по сей день. Результаты работ публикуются в ведущих российских и зарубежных журналах [9–12].

Надо отметить, что результаты научных исследований постепенно внедряются в образовательный процесс. Предложенные в диссертационной

работе подходы, посвященные мультисенсорному цветометрическому анализу для идентификации действующих веществ в препаратах, применяются в практикуме по химическому качественному анализу и активно используются студентами-провизорами. Разработанные технически простые и дешевые устройства для спектрометрического анализа задействованы в работах по фотометрическому определению ацетилсалициловой кислоты в препарате «Кардиомагнил» и флуориметрическому определению рибофлавина мононуклеотида в инъекционном растворе и т. п. [13]. Таким образом, новый тренд заключается в неразрывной связи научной работы обучающихся по специальности «фармация» студентов и аспирантов с образовательным процессом.

## Заключение

Что нового сделано за последние три-четыре года в преподавании аналитической химии студентам-фармацевтам?

1. В образовательный процесс (прежде всего, в практикум) внедрены новые аналитические разработки, установки и методики, созданные в рамках научно-исследовательских работ (курсовых, дипломных, аспирантских) студентами-провизорами и соискателями ученой степени кандидата фармацевтических наук.
2. Внесены изменения в рейтинговую систему, направленные на более эффективную оценку знаний студентов.
3. На базе практикума студенты проводят анализ лекарственных препаратов различными методами (как химическими, так и инструментальными) с дальнейшей обработкой и сравнением полученных результатов.
4. Разработаны новые курсы, направленные на специализированное изучение физико-химических методов, широко применяемых в фармацевтическом анализе.

В ближайшие годы планируется дальнейшее совершенствование учебной программы по аналитической химии для студентов-провизоров. Основные изменения, на наш взгляд, должны коснуться практикума: речь идет о внедрении новых лабораторных работ (прежде всего, за счет использования разнообразных фармацевтических объектов анализа), позволяющих оценить значение химии в контроле качества лекарств. Это приведет к росту интереса студентов к курсу аналитической химии. В процессе выполнения лабораторной работы студент должен будет решить пусть небольшую, но реальную

химико-фармацевтическую аналитическую задачу, что позволит ему приблизиться к профессии уже с младших курсов университета. При этом следует принимать во внимание ведущую роль Фармакопеи, строгость и документальность фармакопейных методик. Однако не нужно забывать о том, что прежде чем попасть в Фармакопею, методики были кем-то разработаны, апробированы и аттестованы. Вполне возможно, что одним из авторов очередной из них в новом издании Фармакопеи станет выпускник (или даже студент) ФФМ МГУ.

## Литература

1. ВАК 14.04.02. Фармацевтическая химия, фармакогнозия. URL: <https://teacode.com/online/vak/p14-04-02.html>. [Дата доступа 21.10.2021].
2. Государственная Фармакопея Российской Федерации. XIV издание. 2018.
3. **Моногарова О. В.** Комплексный подход к обучению аналитической химии студентов фармацевтической специальности. *Журнал аналитической химии*. 2018;73(10):793–796.
4. **Мугинова С. В., Филатова Д. Г., Ланская С. Ю.** Методические разработки по аналитической химии для студентов II курса факультета фундаментальной медицины. Часть II. М., 2009. 151 с.
5. **Большов М. А., Серёгина И. Ф., Успенская Е. В., Титорович О. В., Сыроешкин А. В., Максимова Т. В., Плетенева Т. В.** Современные подходы к определению содержания примесных элементов в фармацевтических субстанциях методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. *Судебно-медицинская экспертиза*. 2015;58(6):31–33.
6. **Чапленко А. А., Моногарова О. В., Осолок К. В., Чапленко С. А.** Определение микроэлементов в витаминно-минеральных комплексах и лекарственном растительном сырье рентгенофлуоресцентным методом с использованием диазотированных пенополиуретановых сорбентов. *Микроэлементы в медицине*. 2016;17(1):30–37.
7. **Чапленко А. А., Моногарова О. В., Осолок К. В., Чапленко С. А.** Сорбционно-цветометрическое определение действующих веществ в лекарственной субстанции тетрациклина гидрохлорида и в растворе для инъекций цианокобаламина. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2016;3:134–137.
8. **Чапленко А. А., Моногарова О. В., Осолок К. В., Чапленко С. А.** Цветометрическое и косвенное рентгенофлуоресцентное определение действующих веществ с использованием химически модифицированных пенополиуретановых сорбентов. *Химико-фармацевтический журнал*. 2017;51(8):55–59.
9. **Oskolok K. V., Shults E. V., Monogorova O. V., Chaplenko A. A.** Optical molecular analysis using office flatbed photo scanner: New approaches and solutions. *Talanta*. 2018;178:377–383.
10. **Monogorova O. V., Chaplenko A. A., Oskolok K. V.** Multisensory digital colorimetry to identify and determination of active substances in drugs. *Sensors and Actuators, B: Chemical*. 2019; 299. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2019.126909>  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925400519311086>
11. **Чапленко А. А., Моногарова О. В., Осолок К. В.** Идентификация и определение левомицетина в лекарственных препаратах методом мультисенсорной цифровой цветометрии. *Вестник Московского университета. Серия 2: Химия*. 2020;61(1):3–10.
12. **Чапленко А. А., Моногарова О. В., Осолок К. В.** Мультисенсорный цветометрический анализ препаратов дидрогестерона, троксерутина и адеметионина с использованием штрих-кодов. *Фармация и фармакогнозия*. 2021;9(1):64–72.
13. **Oskolok K. V., Monogorova O. V., Garmay A. V.** Molecular optical analyzers based on smartphones for high school and universities. *Journal of Chemical Education*. 2021;9(6):1937–1945.

## References

1. VAK 14.04.02. Pharmaceutical Chemistry, Pharmacognosy. URL: <https://teacode.com/online/vak/p14-04-02.html>. [Accessed 21.10.2021].
2. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIV edition. 2018.
3. **Monogarova O. V.** An Integrated Approach to Teaching Analytical Chemistry to Pharmaceutical Students. *Zhurnal Analiticheskoi Khimii – Journal of Analytical Chemistry*. 2018;73(10):793–796. (in Russ.)
4. **Muginova S. V., Filatova D. G., Lanskaya S. Yu.** *Methodological Developments in Analytical Chemistry for Second-Year Students of the Faculty of Fundamental Medicine. Part II*. Moscow Publ., 2009. 151 p. (in Russ.)
5. **Bolshov M. A., Seregina I. F., Uspenskaya E. V., Titorovich O. V., Syroeshkin A. V., Maksimova T. V., Pleteneva T. V.** Modern Approaches to the Determination of the Content of Impurity Elements in Pharmaceutical Substances by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. *Sudebno-Meditsinskaya Ekspertiza – Forensic Medical Expertise*. 2015;58(6):31–33. (in Russ.)
6. **Chaplenko A. A., Monogarova O. V., Oskolok K. V., Chaplenko S. A.** Determination of Trace Elements in Vitamin-Mineral Complexes and Medicinal Plant Raw Materials by X-Ray Fluorescence Method Using Diazotized Polyurethane Foam Sorbents. *Mikroelementy v Medicine – Trace Elements in Medicine*. 2016;17(1):30–37. (in Russ.)
7. **Chaplenko A. A., Monogarova O. V., Oskolok K. V., Chaplenko S. A.** Sorption-Colorimetric Determination of Active Substances in the Drug Substance Tetracycline Hydrochloride and in the Solution for Injection of Cyanocobalamin. *Razrabotka i Registraciya Lekarstvennykh Sredstv – Development and Registration of Medicines*. 2016;3:134–137. (in Russ.)
8. **Chaplenko A. A., Monogarova O. V., Oskolok K. V., Chaplenko S. A.** Colorimetric and Indirect X-Ray Fluorescence Determination of Active Substances Using Chemically Modified Polyurethane Foam Sorbents. *Khimiko-Farmaceuticheskii Zhurnal – Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2017;51(8): 55–59. (in Russ.)
9. **Oskolok K. V., Shults E. V., Monogarova O. V., Chaplenko A. A.** Optical Molecular Analysis Using Office Flatbed Photo Scanner: New Approaches and Solutions. *Talanta*. 2018;178:377–383.
10. **Monogarova O. V., Chaplenko A. A., Oskolok K. V.** Multisensory Digital Colorimetry to Identify and Determination of Active Substances in Drugs. *Sensors and Actuators, B: Chemical*. 2019;299. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2019.126909>
11. **Chaplenko A. A., Monogarova O. V., Oskolok K. V.** Identification and Determination of Chloramphenicol in Medicinal Products by Multisensor Digital Colorimetry. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 2: Khimiya – Moscow University Bulletin. Series 2: Chemistry*. 2020;61(1):3–10. (in Russ.)
12. **Chaplenko A. A., Monogarova O. V., Oskolok K. V.** Multisensor Colorimetric Analysis of Dydrogesterone, Troxerutin and Ademetionine Preparations Using Barcodes. *Farmaciya i Farmakologiya – Pharmacy and Pharmacology*. 2021;9(1):64–72. (in Russ.)
13. **Oskolok K. V., Monogarova O. V., Garmay A. V.** Molecular Optical Analyzers Based on Smartphones for High School and Universities. *Journal of Chemical Education*. 2021;9(6):1937–1945.

Статья поступила в редакцию 27.09.2021  
Принята к публикации 30.10.2021

## КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 2200 руб.

# ВВЕДЕНИЕ В СОВРЕМЕННУЮ ЖИДКОСТНУЮ ХРОМАТОГРАФИЮ

Ллойд Р. Снайдер, Джозеф Дж. Кирклэнд, Джон У. Долан

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2020. –  
960 с. + 17 стр. цв. вкл.  
ISBN 978-5-94836-600-5

Это третье издание книги «Введение в современную жидкостную хроматографию» – на сегодняшний день одно из самых популярных в мире справочных руководств по современной жидкостной хроматографии. Это и учебник, и справочник, и даже энциклопедия по всем (или почти по всем) вопросам, связанным с ВЭЖХ.

В книге освещено огромное количество вопросов, связанных с теорией хроматографии, современным оборудованием ВЭЖХ, методами детектирования и устройством детекторов, подробно рассмотрены теоретические и практические аспекты выбора неподвижных и подвижных фаз. Особое внимание уделено обращенно-фазовой, нормально-фазовой, гель-проникающей, гидрофобной, гидрофильной и другим видам хроматографии.

Книга предназначена для широкого круга специалистов, имеющих дело с современной жидкостной хроматографией. Она будет полезна как тем, кто только начинает знакомиться с жидкостной хроматографией, так и специалистам, уже имеющим опыт работы в этой области.

### КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; [knigi@technosphaera.ru](mailto:knigi@technosphaera.ru), [sales@technosphaera.ru](mailto:sales@technosphaera.ru)



# КОМПОЗИТ-ЭКСПО

Четырнадцатая международная специализированная выставка

## 29 - 31 марта 2022

Россия, Москва,  
ЦВК «Экспоцентр», павильон 1



### Основные разделы выставки:

- Сырье для производства композитных материалов, компоненты: смолы, добавки, термопластики, углеродное волокно и т.д.
- Наполнители и модификаторы
- Стеклопластик, углепластик, графитопластик, базальтопластик, базальтовые волокна, древесно-полимерный композит (ДПК) и т.д.
- Полуфабрикаты (препреги)
- Промышленные (готовые) изделия из композитных материалов
- Технологии производства композитных материалов со специальными и заданными свойствами
- Оборудование и технологическая оснастка для производства композитных материалов
- Инструмент для обработки композитных материалов
- Измерительное и испытательное оборудование
- Сертификация, технический регламент
- Компьютерное моделирование
- Утилизация



выставка  
участник  
системы



независимый  
выставочный  
аудит

Параллельно проводится выставка:

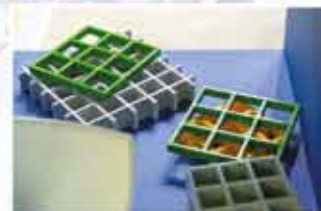


## ПОЛИУРЕТАНЭКС

Тринадцатая международная специализированная выставка  
[www.polyurethanex.ru](http://www.polyurethanex.ru)



Специальный  
раздел:  
**КЛЕИ И  
ГЕРМЕТИКИ**



### Информационная поддержка:



### Дирекция:

Выставочная Компания «Мир-Экспо»  
115230, Россия, Москва, Хлебозаводский проезд,  
дом 7, строение 10, офис 507 | Тел.: 8 495 988-1620  
E-mail: [info@composite-expo.ru](mailto:info@composite-expo.ru) | Сайт: [www.composite-expo.ru](http://www.composite-expo.ru)

### Организаторы:



[youtube.com/user/compoexporussia](https://www.youtube.com/user/compoexporussia)



[@compoexporus](https://twitter.com/compoexporus)



[@compo](https://t.me/compo)