

# Особенности преподавания аналитической химии студентам фармацевтического профиля

## Features of teaching analytical chemistry to pharmaceutical students

УДК 378

DOI: 10.12737/2500-3305-2024-9-1-150-156

**Лукашук Т. С.**

Канд. техн. наук, доцент кафедры фармации  
Кубанского института профессионального образования

**Lukashchuk T. S.**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Pharmacy  
Kuban Institute of Vocational Education

### **Аннотация**

В статье раскрываются некоторые особенности преподавания аналитической химии как одного из основных предметов для подготовки будущих фармацевтов. Показано, что курс аналитической химии формирует основные практические навыки, необходимые в последующей профессиональной деятельности. Отмечены трудности преподавания аналитической химии, связанные с ограниченностью во времени и большим объемом материала, который выносится для рассмотрения на лекцию. Это требует от преподавателя очень четкой структуры и последовательности, а также мультимедийного сопровождения, которое способствует лучшему восприятию изложенного материала и его усвоению. Необходимо, чтобы каждое практическое занятие было обеспечено методическими рекомендациями, материалами для подготовки к практическому занятию, тестами для контроля знаний, ситуационными задачами, а также методическими рекомендациями для самостоятельной работы студентов. Особое внимание уделено важности решения расчетных задач, что является неотъемлемой частью практического занятия. Это позволяет лучше понять основные методы и приемы химического анализа, а также приобрести комплексные химические знания, необходимые для успешного изучения профессиональных дисциплин. Усвоение знаний по аналитической химии является необходимым этапом подготовки студентов к сознательному восприятию профильных дисциплин – фармацевтической химии, технологии, фармакологии, фармакогнозии, токсикологической химии.

**Ключевые слова:** аналитическая химия, фармацевтическое образование, фармакопейные методы анализа, качественный анализ, количественный анализ, инструментальный анализ, расчетные задачи.

### **Abstract**

The article reveals some features of teaching analytical chemistry as one of the main subjects for training future pharmacists. It is shown that the course of analytical chemistry forms the basic practical skills necessary in subsequent professional activity. The difficulties of teaching analytical chemistry associated with time constraints and a large volume of material that is submitted for consideration at the lecture are noted. This requires a very clear structure and sequence from the teacher, as well as multimedia

accompaniment, which contributes to a better perception of the material presented and its assimilation. It is necessary that each practical lesson be provided with methodological recommendations, materials for preparing for a practical lesson, tests for knowledge control, situational tasks, as well as methodological recommendations for independent work of students. Special attention is paid to the importance of solving computational problems, which is an integral part of the practical lesson. This allows you to better understand the basic methods and techniques of chemical analysis, as well as acquire comprehensive chemical knowledge necessary for the successful study of professional disciplines. Assimilation of knowledge in analytical chemistry is a necessary step in preparing students for the conscious perception of specialized disciplines – pharmaceutical chemistry, technology, pharmacology, pharmacognosy, toxicological chemistry.

**Keywords:** analytical chemistry, pharmaceutical education, pharmacopoeial methods of analysis, qualitative analysis, quantitative analysis, instrumental analysis, computational tasks.

В июне этого года Правительством РФ утверждена «Стратегия развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года», в которой определены меры, способствующие подготовке научных, технологических и производственных кадров для российской фармацевтической отрасли, направленные на «дальнейшее совершенствование профессиональных стандартов, предусматривающих разработку гибких образовательных программ, расширение возможности усиления практической подготовки студентов с участием предприятий, формирование профессиональных компетенций с учетом потребностей фармацевтической отрасли и конкретного региона» [1, с. 28].

Значение и роль аналитической химии в профессиональной подготовке фармацевтов сложно переоценить. Синтез, приготовление лекарственных препаратов, установление их сроков годности и т.п. основываются на методах и методиках анализа аналитической химии. Аналитическая химия является фундаментальной химической дисциплиной, которая закладывает основы для изучения будущими фармацевтами профильных дисциплин (например, фармацевтической химии, биофармацевтики, технологии лекарств, токсикологии и т.д.).

Согласно опросу, проведенному сервисом «Работа.ру», в 2020 г. среди взрослого населения страны на тему: «Какой предмет в школе вы не любили больше всего?» [2], 26 % респондентов на первое место поставили химию, а 20% опрошенных – математику. Анкетный опрос «Восприятие химических дисциплин обучающимися направления «Техносферная безопасность»», проведенный в Тюменском индустриальном университете показал, что химию считают сложной наукой 95% обучающихся, при этом 45% первокурсников имеют отрицательные ассоциации со словом «химия» [3, с. 102]. Анкетирование, проведенное преподавателями Орловского государственного университета Е.И. Юшковой и Н.Н. Полехиной среди студентов 1 курса, обучающихся по специальностям 31.05.03 – Стоматология, 33.05.01 Фармация, показало, что российским студентам школьных знаний по химии было недостаточно для подготовки к поступлению в ВУЗ, 76,5% студентов специальности «Фармация» готовились с помощью дополнительных занятий с репетитором [4, с. 294]. Приведенные данные во многом объясняют, почему аналитическая химия часто является трудным предметом для преподавания.

Тем не менее, в качестве предмета для подготовки будущих фармацевтов, провизоров аналитическая химия остается хотя и сложной, но жизненно важной

частью учебной программы, нацеленной на понимание принципов, с помощью которых функционируют аналитические методы, а также на умение интерпретировать полученные количественные данные. Поэтому важно, чтобы обучающиеся не только получали теоретические знания, но и понимали природу рассматриваемых приемов, их относительные преимущества и области применения. Действительно, курс аналитической химии формирует основные практические навыки, необходимые в последующей профессиональной деятельности. Исходя из этого, система преподавания аналитической химии должна быть направлена не только на то, чтобы дать студентам знания и умения, необходимые для дальнейшего изучения фармацевтической химии, но и создать базу для приобретения чисто профессиональных знаний, развить умение ориентироваться в потоке информации, самостоятельно решать поставленные задачи.

В структуре аналитической химии, как одной из основных дисциплин, изучаемой студентами фармацевтического профиля, выделяют три основных раздела: теоретические основы аналитической химии (применение закона действующих масс к кислотно-основным, гетерогенным, окислительно-восстановительным равновесиям и равновесиям комплексообразования) и качественный анализ ионов (катионов и анионов); химические методы количественного определения (гравиметрический и титриметрический методы анализа); физико-химические методы анализа (оптические, электрохимические, хроматографические).

В Кубанском институте профессионального образования на первой лекции преподаватель рассматривает не только важность изучения аналитической химии, ее роль в фармацевтической отрасли и будущем образовании провизора, основные типы равновесий (кислотно-основное, гетерогенное, окислительно-восстановительное, комплексообразование), но еще и рассматривает общие вопросы: перечень литературы, необходимой для изучения дисциплины, расположение лекций, практических занятий и тестовых заданий в системе Moodle и т.п. Все лекции студентам читаются с мультимедийным сопровождением, что способствует лучшему восприятию изложенного материала и его усвоению. Преподаватели стараются читать лекции в форме диалога, поскольку большинство студентов уже имеют среднее специальное образование. Ограниченность во времени и большой объем материала, который выносится для рассмотрения на лекцию, требуют от преподавателя очень четкой структуры и последовательности. Лекции по большей части имеют обзорный характер, поскольку делается обзор более сложных вопросов.

Каждое практическое занятие обеспечено методическими рекомендациями, материалами для подготовки к практическому занятию, тестами для контроля знаний, ситуационными задачами, а также методическими рекомендациями для самостоятельной работы студентов.

Студенты специальности «Фармация» получают методические разработки всех разделов качественного, количественного и инструментального анализа. В методических указаниях по каждой теме четко указаны цели и задачи, в логической последовательности приведены вопросы для самостоятельной подготовки и самоконтроля. На каждое занятие предоставляются также расчетные задачи для самостоятельного решения и обязательно примеры решения задач с объяснением. Подробно описываются методики лабораторной работы и необходимые для этого расчеты.

Особое место при изучении аналитической химии занимают расчетные задачи, систематическое решение которых способствует сознательному усвоению химических знаний, формированию логического мышления, развитию умственной

деятельности, обучает практическому использованию приобретенных теоретических знаний. Введение практики решения задач в учебный процесс позволяет реализовать такие дидактические принципы обучения, как обеспечение самостоятельности и активности студентов, достижение единства знаний и умений.

Расчетные задачи можно использовать на всех этапах учебного процесса: при изучении нового материала, его усвоении, а также при проверке и контроле знаний студентов. Теснейшая связь знаний и действий является основой формирования различных приемов мышления: суждений, выводов, доказательств [5, 6].

Неорганические и органические лекарственные средства широко используются в медицинской практике. Чтобы стандартизировать такие лекарственные средства, необходимо уметь произвести определенные теоретические расчеты. После этого провизору необходимо уметь определять качественный состав, количественное содержание любого средства, содержащего компоненты неорганической и органической природы.

К примеру, изотоническая концентрация прописанного лекарственного вещества не всегда указывается в рецепте. В этом случае провизор-технолог должен рассчитать изотоническую концентрацию, применяя метод с использованием изотонических эквивалентов по хлориду натрия. Поэтому при стандартизации лекарственных форм будущий провизор производит определенные расчеты, делает выводы, используя знания, полученные при изучении аналитической химии.

Аналитическая химия делится на три основных раздела: качественный анализ, классические методы анализа и физико-химические методы анализа. Каждый из этих разделов включает в себя расчетные задачи. Изучение данной дисциплины начинается с качественного анализа, в котором рассматриваются четыре вида равновесия: протолитическое, гетерогенное, окислительно-восстановительное и комплексообразование.

Каждое из этих равновесий имеет свои константы (термодинамические, реальные и условные) и основные понятия (рН, растворимость, уравнение Нернста), которые в дальнейшем будут являться теоретической основой для изучения основ классических и физико-химических методов анализа. Эти разделы содержат наибольшее количество задач.

В частности, при изучении темы «Кислотно-основное титрование» задачи базируются на расчетах точной навески стандартных веществ, объемов концентрированных растворов кислот для приготовления титрантов и их стандартизации. А также определенный процент занимают задачи на расчет содержания основного компонента (действующего вещества) по результатам прямого, косвенного (заместительного), обратного (за остатком) титрования.

Для выбора тех или иных индикаторов в различных титриметрических методах анализа, в том числе в протолитометрии, студент производит расчеты индикаторных погрешностей и построение кривых титрования. К примеру, если индикаторная погрешность велика, то данный индикатор не может быть использован в анализе.

Осадочное титрование – метод титриметрического анализа, основанный на применении титрантов, образующих с определяемым веществом малорастворимые соединения. Этот метод является фармакопейным.

Из всех методов осадительного титрования наиболее распространен метод аргентометрии. При изучении данного раздела студенты решают задачи на расчет содержания действующего вещества в лекарственных формах как органической, так и неорганической природы, в частности, таких как NaCl, NaBr, KBr, NaI, KI, гидрохлорида эфедрина, галогенпроизводных органических веществ –

бромизовала, карбромала, бромкамфоры для определения содержания серебра в препаратах: протаргол, колларгол, нитрат серебра.

Еще одним из фармакопейных методов анализа является комплексометрия. Этот метод экспрессный, достаточно точный, поэтому применяется в анализе субстанций и лекарственных средств. При изучении темы «Комплексометрическое титрование» студенты работают над решением задач на определение содержания магния, кальция, цинка, свинца, висмута в лекарственных средствах – прямым титрованием, а алюминия – методом обратного титрования. Также производят расчеты комплексометрического определения массы и содержания не только катионов металлов, но и анионов, применяя формулы расчета массы по результатам косвенного (заместительного) и обратного титрования в сочетании с методом осаждения.

Знание главных положений и закономерностей способов редоксиметрии является принципиальной частью в аналитическом образовании провизора. При решении задач по окислительно-восстановительному титрованию студенты должны знать формулы для вычисления молярной массы, титра, титра по определяемому веществу, массовой доли, массово-объемной доли, электродвижущей силы, стандартного окислительно-восстановительного потенциала, рассчитываемого по уравнению Нернста-Петерса. Это необходимо учитывать при расчетах содержания  $H_2O_2$ , железа, нитрита натрия, карбоновых кислот, соединений с гидразогруппами  $R - NH - NH - R$  и т.д.

Для обеспечения точности определения и экономии затрат реактивов провизору-аналитику нужно уметь проводить предварительные расчеты массы (объема) лекарственной формы, необходимые для анализа, величины разбавления, титра, коэффициентов пересчета, теоретического объема титранта, оценивать результаты анализа и делать выводы. Следовательно, предложенные при контроле знаний и умений расчетные задачи требуют самостоятельного поиска путей и вариантов решения.

Большое значение имеют расчеты в гравиметрическом анализе. Студент должен уметь рассчитывать массу навески изучаемого объекта в зависимости от осаждающей формы (аморфная или кристаллическая). Следующим этапом анализа является выбор осадителя и расчет его количества, необходимого для полного перевода определяемого иона в осадок. В дальнейшем этот осадок промывают подходящим раствором, при этом студент должен уметь рассчитать количество промываний. По окончании проведения исследования следует провести расчет содержания определяемого вещества в исследуемом объекте.

При изучении физико-химических методов анализа (потенциометрия, потенциометрическое определение рН, хроматография) из-за нехватки приборного обеспечения возникает необходимость коллективного выполнения расчетных задач. При этом формируется умение студента работать в коллективе.

Тема «Оптические методы анализа» требует от студента уметь рассчитывать коэффициент пропускания, концентрацию раствора через оптическую плотность раствора или показатель преломления, а также рассчитывать значение удельных или молярных коэффициентов поглощения в пересчете на катион соответствующего металла. Обязательно обращается внимание на решение задач спектрофотометрических определений содержания левомицетина, рибофлавина, стрептоцида в таблетках, определение содержания витамина  $B_{12}$  в инъекционных растворах, определение содержания флавоноидов в таблетках фламина. После расчетов каждой задачи студенты делают вывод о доброкачественности препарата.

Рефрактометрические расчеты будущие специалисты используют на практике для количественного определения концентрации веществ водных и неводных растворов, органических и минеральных кислот, солей, концентрации

этилового спирта, глицерола, для определения содержания белка в крови, а также для идентификации вещества, для количественного определения одно-, двух и многокомпонентных смесей, качества растворов веществ и сроков их хранения.

Современные лекарственные средства в большинстве своем являются многокомпонентными. На помощь провизору-аналитику приходит многоволновая спектрофотометрия, позволяющая провести определение двух-трех компонентов из одной навески препарата. Поэтому студенты учатся рассчитывать концентрации, массовые частицы, содержание действующих веществ в одной таблетке многокомпонентных систем. Также большое внимание уделяется решению задач на применение дифференциальной спектрофотометрии, поскольку провизору-аналитику приходится анализировать высококонцентрированные растворы или определять содержание веществ в присутствии окрашенных растворов с высокой оптической плотностью.

При изучении темы «Электрохимические методы анализа» обращается основное внимание на решение задач по результатам потенциометрического титрования. Студенты строят интегральную и дифференциальную кривые титрования и рассчитывают содержание веществ в исследуемом растворе.

В последнее время с повышением требований к качеству лекарственных средств стали обязательными методы газовой и высокоэффективной жидкостной хроматографии в анализе субстанций и готовых лекарственных форм. Поэтому на занятии «Хроматографические методы анализа» студенты решают задачи на количественное определение примеси с использованием раствора сравнения с известной концентрацией примеси, обращается внимание на методы: внутренней нормализации, сравнения с разбавленным раствором основного вещества, стандартных добавок для повышения точности. Усвоенные знания по данной теме студенты применяют в дальнейшей практике для проведения идентификации ингредиентов в сложных лекарственных препаратах с помощью разных видов хроматографии.

Таким образом, решение задач позволяет студентам закрепить знания, практически применить теоретический материал на практике, способствует вовлечению их в самостоятельную работу с использованием не только учебников, но и дополнительной литературы.

Как показывает практика, решение расчетных задач является эффективным и поэтапным формированием и развитием умений студентов. Сначала разбирается образец задачи, форма записи, затем решаются аналогичные и обратные задачи. Когда студенты научились решать типовые задачи, начинается этап развития умений, реализуемый путем решения более сложных и комбинированных задач.

Подводя итог, следует отметить, что главной задачей подготовки грамотного специалиста является создание в ходе обучения крепкой базы фундаментальных знаний, формирование профессиональных навыков и умений. Изучение аналитической химии на первом и втором курсах обучения является подготовкой студентов к сознательному восприятию профильных дисциплин – фармацевтической химии, технологии, фармакологии, фармакогнозии, токсикологической химии.

Аналитическая химия – наука экспериментальная, однако, чтобы в будущем провизор-аналитик мог успешно развивать новые направления и самостоятельно решать практические задачи, он должен глубоко усвоить теоретические основы современных методов анализа. Этому, без сомнения, способствует решение задач, относящихся к теории и практике различных разделов аналитической химии

Решение расчетных задач является неотъемлемой частью практического занятия при изучении аналитической химии студентами-фармацевтами. Это позволяет лучше понять основные методы и приемы химического анализа, а также

приобрести комплексные химические знания, необходимые для успешного изучения профессиональных дисциплин.

### Литература

1. Стратегия развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года: одобр. распоряжением Правительства Российской Федерации от 7 июня 2023 г. № 1495-р. [Электронный ресурс]. – URL: <http://static.government.ru/media/files/HqCzKkoTf7fzVdKSYbhNiZHzWTEAAQ3p.pdf> (дата обращения 19.07.2023).
2. Какие школьные предметы больше всего не любят россияне [Электронный ресурс] // Дзен: статьи: сайт. – URL: <https://dzen.ru/media/sovetoyou/kakie-shkolnye-predmety-bolshe-vsego-ne-liubiat-rossiiane-5f50de501a1ddf4776ac1bc7> (дата обращения 19.07.2023).
3. Султанова А.И. Восприятие химических дисциплин обучающимися направления «Техносферная безопасность» [Текст] / А.И. Султанова, С.А. Голянская // Проблемы инженерного и социально-экономического образования в техническом вузе в условиях модернизации высшего образования. Материалы Международной научно-практической конференции. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2021. – С. 100-104.
4. Юшкова Е.И. Проблемы уровня подготовки базового образования по химии при адаптации методов обучения в медицинском вузе [Текст] / Е.И. Юшкова, Н.Н. Полехина // Ученые записки Орловского государственного университета. – 2021. – № 1 (90). – С. 291-295.
5. Солодихина М.В. Критическое мышление в высшем естественнонаучном образовании: определение и содержание понятия: монография [Текст] / М.В. Солодихина. – М.: МПГУ, 2022. – 164 с.
6. Горленко О.А. Формирование критического мышления у обучающихся в образовательных организациях [Текст] / О.А. Горленко, Ю.А. Малахов, Т.П. Можяева // Качество и жизнь. 2019. № 2 (22). С. 15-19. DOI: 10.34214/2312-5209-2019-22-2-15-19