

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

И.о. декана химического факультета  
А. С. Князев

Рабочая программа дисциплины

**Физико-химические методы анализа органических соединений и фармацевтических  
субстанций**

по направлению подготовки

**04.04.01 Химия**

Направленность (профиль) подготовки :  
**Трансляционные химические и биомедицинские технологии**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2023**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП  
И.А. Курзина

Председатель УМК

Л.Н. Мишенина

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских и/или производственных задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

ПК-3. Способен к решению профессиональных производственных задач.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1. Разрабатывает стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий

ИПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов

ИПК-1.3. Использует современное физико-химическое оборудование для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках, применяя взаимодополняющие методы исследования.

ИПК-3.1. Анализирует имеющиеся нормативные документы по системам стандартизации, разработки и производству химической продукции и предлагает технические средства для решения поставленных задач

ИПК-3.2. Производит оценку применимости стандартных и/или предложенных в результате НИР технологических решений на применимость с учетом специфики изучаемых процессов

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Сформировать комплексный подход к применению физико-химических методов анализа для анализа органических соединений и фармацевтических субстанций

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Первый семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования. Слушатели курса должны иметь представления о физико-химических методах анализа в объеме подготовки бакалавров по направлению подготовки «Химия».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 18 ч.

-практические занятия: 20 ч.

в том числе практическая подготовка: 20 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Общие понятия о методах анализа

Общие принципы и законы методов анализа веществ

Тема 2. Общие принципы гравиметрических методов анализа

Введение в гравиметрические методы анализа. Определение содержания воды в лекарственных веществах и органических веществах

Тема 3. Общие принципы оптических методов анализа

Введение в рефрактометрические методы анализа. Рефрактометрическое определение концентрации вещества в образцах и смесях. Введение в спектрофотометрию. Определение количественного содержания вещества в образцах методом спектрофотометрии. Спектрофотометрическое определение подлинности и чистоты вещества в образце.

Тема 4. Общие принципы титриметрических методов анализа

Введение в титриметрические методы анализа. Количественное определение содержания вещества в смеси методом кислотно-основного титрования. Определение количественного содержания вещества в смеси методами окислительно-восстановительного и комплексометрического титрования.

Тема 5. Общие принципы хроматографических методов анализа

Введение в хроматографию. Основные принципы газовой хроматографии. Основные принципы тонкослойной и высокоэффективной хроматографий. Организация работы хроматографической лаборатории.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения семинарских занятий, выполнения практических работ, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине. В ходе обучения студентам предлагается для оценивания три типа заданий: тест, ситуационная задача и отчет о проделанной практической работе.

### **1) Тест**

Состоит из 9 вопросов: 6 вопросов с выбором одного ответа из предложенных (1 балл) и 3 вопроса с открытым ответом (2 балла). Тест предлагается студентам для решения в конце семинарского занятия после обсуждения теоретических вопросов и решения задач.

**Пример теста по разделу «Общие принципы титриметрических методов анализа»**

1) (16) Под титрантом понимают:

- a. Анализируемый раствор
- b. Вещество неизвестного состава
- c. Вещество известного состава
- d. Раствор с точно известной концентрацией

2) (16) В основе титриметрии лежит определение

- a. Объемы
- b. Массы
- c. Поглощения
- d. Излучения

- 3) (1б) Индикатор фенолфталеин используется для определения:
- Кислот
  - Оснований
  - Кислый солей
  - Ионов металлов
- 4) (1б) В основе метода кислотно-основного титрования лежит реакция:
- Нейтрализации
  - Осаждения
  - Комплексообразования
  - Окислительно-восстановительная
- 5) (1б) В окислительно-восстановительном титровании используется индикатор
- Фенолфталеин водно-спиртовой раствор
  - Водный раствор крахмала
  - Метиленовый синий водно-спиртовой раствор
  - Бромфеноловый синий водный раствор
- 6) (1б) Расчет результатов определения в титриметрии основаны на законе:
- Авогадро
  - Эквивалентов
  - Действующих масс
  - Кратных отношений
- 7) (2б) Фактор эквивалентности ортофосфорной кислоты в реакции, которая протекает по уравнению  $H_3PO_4 + 3NaOH$  равен:  
 Ответ \_\_\_\_\_
- 8) (2б) Объем соляной кислоты (0,1 М), который необходим для нейтрализации 20 мл 1% NaOH (плотность 1,0095 г/мл) равен:  
 Ответ \_\_\_\_\_
- 9) (2б) Значение pH раствора в точке эквивалентности при титровании 0,1 М раствора уксусной кислоты ( $K_d(CH_3COOH) = 10^{-5}$ ) 0,1 н. раствором NaOH равен:  
 Ответ \_\_\_\_\_

## 2) Ситуационная задача

Представляет собой смоделированную ситуацию, в рамках которой студенту необходимо предложить и обосновать способ определения качественного и/или количественного содержания вещества в объекте. Ситуационная задача предлагается студентам для решения в конце семинарского занятия после обсуждения теоретических вопросов и решения задач.

### Пример ситуационной задачи №1

Лекарственное средство «Никотиновая кислота раствор для инъекций 1%» восполняет дефицит витамина PP (витамина B3), является специфическим противопелагрическим средством (авитаминоз витамина PP).

1 мл раствора препарата содержит:

Активное вещество: никотиновую кислоту - 10 мг;

Вспомогательные вещества: натрия гидрокарбонат - до pH 5,0-7,0; вода для инъекций - до 1 мл.

Предложите способ контроля содержания никотиновой кислоты в этом препарате. Какой метод предпочтительно использовать и почему?

### 3) Оформление отчета о проделанной работе

После завершения практической работы студент должен оформить отчет, в котором кратко описывает выполненные действия, приводит полученные результаты и анализирует их (сопоставляет с литературными данными, делает вывод, проводит статистическую обработку). Отчет проверяется преподавателем.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. На экзамене студентам предлагается выбрать билет, содержащий 1 теоретический вопрос и 1 расчетную задачу.

### Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине:

#### Билет 1

1. Кислотно-основное титрование. Теории кислот и оснований. Основные реакции метода. Типы кислотно-основного титрования. Кислотно-основные индикаторы. Примеры использования кислотно-основного титрования.

2. Рассчитать молярную концентрацию тирозина в растворе, если известно, что плотность поглощения (D) электромагнитного излучения с длиной волны  $\lambda_{\text{макс}} = 275$  нм такого раствора в кювете толщиной  $l = 10$  см составляет 20,5, а молярный коэффициент поглощения  $\epsilon = 5600$  л/(моль · см)

#### Билет 2

1. Рефрактометрический метод анализа. Сущность метода рефрактометрии. Показатель преломления. Особенности строения и работы прибора на примере рефрактометра NAR-2T. Примеры использования рефрактометрического метода анализа.

2. Навеску азотной кислоты массой 0,9850 г перенесли в раствор, содержащий 25 см<sup>3</sup> 0,50 М раствора NaOH. Оставшийся после реакции избыток NaOH оттитровали 9,80 см<sup>3</sup> 0,10 М раствора HCl. Вычислите содержание HNO<sub>3</sub> в кислоте ( $\omega$ , %).

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22160>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

**Методические материалы для оценки текущего контроля успеваемости по дисциплине.**

1. Порядок оценивания теста:

Максимальный балл за тест – 12.

Отметка – Балл за тест

5 – 12-10

4 – 9-8

3 – 7-6

2 – 5-0

2. Порядок оценивания ситуационной задачи:

Отметка	Результат студента
5	ситуационная задача решена в полном объеме; не имеется грубых химических ошибок
4	ситуационная задача решена в полном объеме; в решении задачи допущена одна-две ошибки
3	ситуационная задача частично решена
2	задание не выполнено

3. Порядок оценивания отчета о практической работе

Отметка	Результат студента
5	отчет выполнен без ошибок
4	в отчете имеются 1-2 негрубые химические ошибки
3	в отчете имеются грубые ошибки или задания не выполнены
2	отчет не сдан

**Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.**

Отметка	Результат студента
«отлично»	Полный безошибочный ответ на теоретический вопрос. Предоставлено развернутое безошибочное решение расчетной задачи.
«хорошо»	Полный ответ с небольшим числом исправлений. Студент смог решить задачу с небольшим числом исправлений.
«удовлетворительно»	Студент продемонстрировал частичное понимание и знание теоретического материала. Студент смог решить задачу только после подсказки преподавателя.
«неудовлетворительно»	Студент продемонстрировал полное незнание и непонимание теоретического вопроса. Студент не смог решить задачу.

в) План семинарских и практических занятий по дисциплине.

Перед каждым семинарским занятием студентам выдается список теоретических вопросов, расчетных задач и ситуационных заданий с указанием перечня рекомендуемой литературы и ссылок на Интернет-ресурсы для самостоятельной подготовки к занятию. На семинарском занятии совместно обсуждаются теоретические вопросы, решаются расчетные задачи и прорабатываются возможные решения ситуационных заданий.

Перед практическим занятием студента выдается список основных теоретических вопросов и дополнительный материал (правила техники безопасности, инструкции к работе с оборудованием и материалами, методики приготовления растворов и т.д.). На практическом занятии обсуждаются правила техники безопасности, особенности работы с оборудованием и материалами, ход работы и затем учащиеся приступают к выполнению работы. По окончании практической работы студенты составляют отчет (письменный или электронный) о проделанной работе.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

При подготовке к практическому занятию учащиеся самостоятельно актуализируют знания о методах анализа, знакомятся с инструкцией и особенностями работы с оборудованием. Практические занятия носят репродуктивный и частично-поисковый характер. На практических занятиях студенты закрепляют теоретические

знания практическими навыками и после завершения занятия оформляют отчет о проделанной работе.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Бёккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза, М.: Техносфера, 2009
- Сычев К.С. Практический курс жидкостной хроматографии. – КОКОРО, 2013
- Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ / Булатов М. И., Ганеев А. А., Дробышев А. И., Ермаков С. С., Калинин И. П., Москвин Л. Н., Немец В. М., Семенов В. Г., Чижик В. И., Якимова Н. М.. - 2-е изд., стер.. - Санкт-Петербург : Лань. - 584 с.
- Аналитическая химия : учебник / Вершинин В. И., Власова И. В., Никифорова И. А.. - 3-е изд., стер.. - Санкт-Петербург : Лань. - 428 с.
- Аналитическая химия: химические методы анализа / Власова Е. Г., Жуков А. Ф., Колосова И. Ф., Комарова К. А.. - Москва : Лаборатория знаний. - 467 с.
- Аналитическая химия / Казанский национальный исследовательский технологический университет. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 394 с.

б) дополнительная литература:

- Спектральные методы анализа. Практическое руководство / В. И. Васильева, О. Ф. Стоянова, И. В. Шкутина, С. И. Карпов. - Санкт-Петербург : Лань. – 416 с.
- Спектроскопия в органической химии. Сборник задач : Учеб. пособие для вузов / В. А. Миронов, С. А. Янковский – М. : Химия, 1985. – 232 с.
- Основы аналитической химии. Теоретические основы. Количественный анализ / А.П. Крешков – М : Химия, 1971. – 456 с.
- Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. Для вузов. / Л. А. Казицына, Н. Б. Куpletская – М : Высшая школа, 1971. – 264 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- Подборка учебной литературы на сайте ЛФХМА ТГУ: [http://lpcma.tsu.ru/ru/knowledge\\_base](http://lpcma.tsu.ru/ru/knowledge_base)
- Государственная фармакопея XIV издание: <https://femb.ru/record/pharmacopea14>

## 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

## 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатория физико-химических методов анализа (012 и 014 ауд. 6 уч. Корпуса ТГУ) с задействованием оборудования:

- Рефрактометр NAR-2T;
- Влагомер весовой MX-50;
- Весы неавтоматического действия GR-200;
- Хроматограф жидкостной Agilent 1260;
- Спектрофотометр UV-1800

### **15. Информация о разработчиках**

Кургачев Дмитрий Андреевич, к.х.н., лаборатория физико-химических методов анализа ТГУ, зам. заведующего;

Михальченков Марк Васильевич, лаборатория физико-химических методов анализа ТГУ, лаборант-исследователь.