

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

Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана химического факультета

А.С. Князев

« 26 » \_\_\_\_\_ 2022 г.



Рабочая программа дисциплины

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

по направлению подготовки

**04.03.01 Химия**

Направленность (профиль) подготовки:

**«Химия»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.02.08.02

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

*В.В. Шелковников* В.В. Шелковников

Председатель УМК

*В.В. Хасанов* В.В. Хасанов

Томск – 2022

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

–ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.

–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.

–ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.

ИОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

ИОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

ИОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.

ИОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик.

ИОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.

ИОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

ИПК-1.4 Готовит объекты исследования.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

Применять физико-химические методы анализа для анализа органических соединений и фармацевтических субстанций.

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

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

7 семестр, экзамен

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

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования: физико-химические методы анализа, аналитическая химия, органическая химия

## **6. Язык реализации**

Русский

## 7. Объем дисциплины

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

-лекции: 32 ч.

-лабораторные работы: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 32 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) (1б) Под титрантом понимают:

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

- 2) (1б) В основе титриметрии лежит определение
- Объема
  - Массы
  - Поглощения
  - 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 противопеллагрическим 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  $\varepsilon = 5600$  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 ( $\omega$ , %).

**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.

### 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.
- в) План семинарских и практических занятий по дисциплине.
- д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 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 / М. И. Булатов, А. А. Ганеев, А. И. Дробышев, С. С. Ермаков, И. П. Калинин, Л. Н. Москвин, В. М. Немец, В. Г. Семенов, В. И. Чижик, Н. М. Якимова. - 2-е изд., стер.. - Санкт-Петербург : Лань. – 584 с.
  - Аналитическая химия : учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, Никифорова И. А. - 3-е изд., стер.. - Санкт-Петербург : Лань. – 428 с.
  - Аналитическая химия: химические методы анализа / Е. Г. Власова, А. Ф. Жуков, И. Ф. Колосова, К. А. Комарова – 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. Куплетская – 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 Standard 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office Onenote, 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.).
  - ПО для записи и обработки хроматограмм: Lab Solution, MassHunter

- 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.) с задействованием оборудования:

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

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

Новиков Дмитрий Владимирович, лаборатория физико-химических методов анализа Национального исследовательского Томского государственного университета, заведующий лабораторией.

Кургачев Дмитрий Андреевич, канд. хим. наук, кафедра природных соединений, фармацевтической и медицинской химии Национального исследовательского Томского государственного университета, старший преподаватель.

Михальченко Марк Васильевич, лаборатория физико-химических методов анализа Национального исследовательского Томского государственного университета, лаборант.