

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

Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана



А. С. Князев

« 26 » августа 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

**Органический анализ**

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.02.04.04

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 В.В. Шелковников

Председатель УМК

 В.В. Хасанов

Томск – 2022

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

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. Способность 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-1.1. Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР.

ИПК-1.2. Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР.

ИПК-1.3. Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР.

ИПК -1.4. Готовит объекты исследования.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить теоретические основы пробоподготовки, концентрирования, разделения, качественного и количественного элементного и функционального анализа органических соединений;

– Получить представления о современной организации процессов пробоподготовки и анализа органических соединений в химической, фармацевтической, пищевой промышленности.

– Научиться критически оценивать и оптимизировать методики; строить схему анализа органического соединения и практически ее осуществлять (разработка стратегии и тактики выделения, разделения и анализа получаемого продукта), обобщать и оценивать результаты аналитического исследования;

– Научиться осуществлять целенаправленный поиск химической информации в справочной, учебной, научной литературе, электронных базах данных, ресурсах Интернета применительно к конкретным объектам исследования.

– Владеть практическими приемами методов концентрирования, разделения, количественного анализа на элементарном, функциональном и молекулярном уровне.

– Получить необходимые навыки работы с лабораторным оборудованием, с основными типами приборов, используемых в анализе органических соединений.

### **3. Место дисциплины (модуля) 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**

Семестр 8, экзамен.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Органическая химия; Аналитическая химия.

### **6. Язык реализации**

Русский

### **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов, из которых:

- лекции: 32 ч.;
- семинарские занятия: 0 ч.
- практические занятия: 32 ч.;
- лабораторные работы: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 64 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

### **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Введение. Исторический экскурс

Возникновение и развитие методов анализа органических соединений. Особенности, цели и задачи методов концентрирования, разделения и анализа органических веществ. Тенденции развития анализа органических соединений.

Тема 2. Методы разделения и концентрирования органических соединений.

Отбор и подготовка пробы к анализу. Виды проб. Требования, предъявляемые к отбору и хранению проб. Отбор проб органических соединений из различных объектов.

Значение методов разделения и концентрирования в анализе органических соединений. Классификация методов. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами детектирования. Количественные характеристики разделения и концентрирования. Экстракция. Общая характеристика экстракции как метода концентрирования органических веществ. Количественные характеристики экстракции.

Виды экстракции и условия их проведения. Подбор экстрагента. Современные способы повышения эффективности метода. Аппаратурное оформление метода. Автоматизация экстракционных процессов.

Сорбционные методы концентрирования. Общая характеристика сорбции как метода концентрирования органических веществ. Количественные характеристики сорбции. Типы сорбентов, общие требования к ним. Аппаратурное оформление и техника сорбционного концентрирования. Сочетание сорбции с методами последующего определения органических соединений.

Другие методы концентрирования. Отгонка, ректификация, молекулярная дистилляция. Сублимация. Осаждение. Кристаллизационные методы. Особенности

методов, техника выполнения. Современные способы повышения эффективности методов. Примеры использования для концентрирования органических соединений.

Методы хроматографии. Применение для разделения и идентификации органических соединений.

Тема 3. Методы качественного элементного и функционального анализа органических соединений.

Схема анализа неизвестного органического вещества. Основные этапы анализа и их последовательность. Предварительные испытания.

Способы минерализации органической пробы: “сухой” и “мокрый”. Факторы, влияющие на скорость разложения. Интенсификация процессов разложения (воздействие агрессивных сред, температуры, давления, ультразвука, излучений и пр.) Полнота разложения. Основные неорганические формы для определения элементов.

Качественный элементный. Обзор методов качественного определения углерода, водорода, кислорода, азота, серы, фосфора, мышьяка, галогенов.

Качественный функциональный анализ. Методы обнаружения углеводов предельных, непредельных, ароматических. Идентификация кислородсодержащих соединений: спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот и их производных. Качественный анализ азотсодержащих соединений.

Тема 4. Методы количественного анализа органических соединений.

Количественный элементный анализ. Обзор методов количественного определения углерода, водорода, кислорода, азота, серы, фосфора, мышьяка, галогенов. Количественное определение нескольких элементов из одной навески.

Количественный функциональный анализ. Методы количественного определения углеводов предельных, непредельных, ароматических; Количественный анализ кислородсодержащих соединений: спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот и их производных; азотсодержащих соединений.

Тема 5. Анализ некоторых важных групп органических соединений.

Анализ природных органических соединений. Анализ растительного сырья. Анализ биологически-активных соединений и лекарственных препаратов.

Анализ органических соединений в пищевой промышленности.

Анализ органических соединений в химической, нефте-химической промышленности.

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, написания отчётов по лабораторным работам, выполнения индивидуальных заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Экзамен в восьмом семестре** проводится в письменной форме по билетам или же в системе MOODLE в форме теста и письменной форме. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первая часть представляет собой тест из 20 вопросов, проверяющих ОПК-2. Ответы на вопросы первой части даются путем единичного или множественного выбора из списка предложенных, а также путем выбора соответствия или построения последовательности из предложенных ответов.

Вторая часть содержит задачу на установление структуры органического соединения по результатам химического анализа и предварительных испытаний.

Проверяет ОПК-1. Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме, с написанием уравнений реакций и структурных формул.

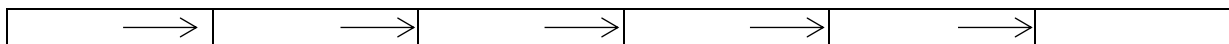
Третья часть содержит расчётную задачу на установление количественного состава соединения или смеси веществ. Для проверки ПК-1. Ответы на вопрос третьей части предполагают решение задачи и краткую интерпретацию полученных результатов.

Примерный перечень теоретических вопросов первой части:

1. Какие факторы необходимо учитывать при отборе пробы? 

--	--	--

  - А) Температуру кипения
  - Б) Агрегатное состояние
  - В) Возможность изменения состава объекта во времени
  - Г) Растворимость в воде
  - Д) Неоднородность анализируемого материала
2. Расположите в правильной последовательности составные части установки для совместного количественного определения С и галогенов.
  - А) Трубка для сжигания
  - Б) Вакуумный насос
  - В) Поглотительная трубка
  - Г) Устройство для очистки газа
  - Д) Источник газа
  - Е) Поглотительная трубка



3. Для каждой группы соединений выберите подходящие условия титрования
  - А) Слабые кислоты
  - Б) Сильные кислоты
  - В) Слабые основания
  1. В водной среде
  2. В неводной среде
  3. Щелочью
  4. Метилатами щелочных металлов
  5. Хлорной кислотой

Пример задачи второй части:

1. Установите структурную формулу соединения  $C_7H_{14}O_2$ , обладающего следующими свойствами:

- а) с фенилгидразином даёт фенилгидразон
- б) не даёт реакции серебряного зеркала
- в) при действии металлического натрия выделяет водород
- г) при восстановлении боргидридом натрия образует соединение  $C_7H_{16}O_2$ , которое окисляется  $CrO_4$  с образованием пропаналя и метилэтилкетона.

Напишите все указанные реакции.

Пример расчётной задачи третьей части:

1. При определении углерода и водорода в органическом веществе массой 0,3485 г методом сжигания получены следующие данные: масса поглотителя для углерода до анализа 8,1248 г, масса этого же поглотителя после поглощения  $CO_2$  8,2536 г. Масса поглотителя для воды до анализа 11,2546 г, масса этого же поглотителя после поглощения  $H_2O$  11,5682 г. Вычислить процентное содержание углерода и водорода в исследуемом веществе.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Первая, тестовая часть экзамена оценивается в 60 баллов, вторая – 20 баллов, третья – 20 баллов. Всего за экзамен – 100 баллов. Оценка «отлично» выставляется

студентам, набравшим не менее 80 баллов, «хорошо» – 60-79 баллов, «удовлетворительно» - 40-59 балла, «неудовлетворительно» - менее 40 баллов.

### 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23430>

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

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

### 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Количественный элементный анализ органических веществ и материалов : [учеб.-метод. пособие для вузов по специальности «Химия»] / В. П. Фадеева, В. Д. Тихонов – Новосибирск : Изд-во Новосибирского гос. ун-та, 2013. – 128 с.

– Количественный элементный анализ органических соединений : [курс лекций для студентов вузов по специальности «Химия»] / Л. Н. Баженова – Екатеринбург : Изд-во Уральского гос. ун-та, 2008. – 356 с.

– Органическая химия: учеб. Для вузов: В 2 кн. / В. Л. Белобородов, С. Э. Зурабян, А. П. Лузин, Н. А. Тюкавкина; Под. Ред. Н. А. Тюкавкиной – М. : Дрофа, 2004 – 2008. – Кн. 1: Основной курс. – 640 с., Кн. 2: Специальный курс. – 592 с.

б) дополнительная литература:

– Шрайнер Р., Фьюзон Р., Кёртин Д., Моррилл Т. Идентификация органических соединений. М. : Мир, 1983. – 704 с.

– Мазор Л. Методы органического анализа. М. : Мир, 1986. – 553 с.

– Полюдек-Фабини Р., Бейрих Т. Органический анализ. Л. : Химия, 1981 г. – 624 с.

– Черонис Н. Д., Ма Т. С. Микро- и полумикрометоды органического функционального анализа. М.: Химия, 1973. – 575 с.

– Инструментальные методы анализа функциональных групп органических соединений. Под ред. Сиггиа С. М. : Мир, 1974. – 464 с.

– Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа. М. : Мир, 1989. – 530 с.

– Зауэр Е. А. Современные автоматические CHNS/O/X-анализаторы органических соединений. Аналитика и контроль. 2018. Т. 22, № 1. С. 6-19

в) ресурсы сети Интернет:

– Учебные материалы по разным разделам химии и методам анализа <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/org.html>

– Избранные главы органической химии <http://orgchem.tsu.ru/>

– Ресурс National Institute of Standards and Technology (NIST), USA <https://www.nist.gov/>

### 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>
  - ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
  - ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
  - Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
  - ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
  - ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

- в) профессиональные базы данных:
- База данных (строение, свойства, спектральные данные веществ) <http://webbook.nist.gov/chemistry/...>
  - ChEMBL Data Web Services <https://chembl.gitbook.io/chembl-interface-documentation/web-services/chembl-data-web-services...>
  - ChemDB Chemoinformatics Portal <http://cdb.ics.uci.edu>
  - Chemexper Chemical Directory <http://www.chemexper.com>
  - NMRShiftDB база данных ЯМР [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.5e22f37e-633a75a1-713895a6-74722d776562/https://nmrshiftdb.nmr.uni-koeln.de/portal;jsessionid=5378D6D7580CF987C4F35985D10030F4](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.5e22f37e-633a75a1-713895a6-74722d776562/https://nmrshiftdb.nmr.uni-koeln.de/portal;jsessionid=5378D6D7580CF987C4F35985D10030F4)
  - Organic Syntheses база данных методов синтеза органических соединений. [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.5e22f37e-633a75a1-713895a6-74722d776562/www.orgsyn.org/Default.aspx](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.5e22f37e-633a75a1-713895a6-74722d776562/www.orgsyn.org/Default.aspx)
  - PubChem. Химические и физические свойства, биологическая активность, информация о безопасности и токсичности, патенты, ссылки на литературу и многое другое. [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.5e22f37e-633a75a1-713895a6-74722d776562/https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.5e22f37e-633a75a1-713895a6-74722d776562/https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/)
  - SPRESI<sup>web</sup> [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.5e22f37e-633a75a1-713895a6-74722d776562/https://www.spresi.com/](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.5e22f37e-633a75a1-713895a6-74722d776562/https://www.spresi.com/)

#### 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.

Лаборатории, оборудованные вытяжными шкафами, нагревательными, измерительными, аналитическими приборами; имеющие необходимый набор химической посуды и реактивов.

#### 15. Информация о разработчиках

Матвеева Татьяна Николаевна, канд. хим. наук, кафедра органической химии Национального исследовательского томского государственного университета, доцент.