

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

« 08 » апреля 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

**Химические основы биологических процессов**

по направлению подготовки

**04.03.01 Химия**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Химия»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2021**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.10

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 В.В. Шелковников

Председатель УМК

 В.В. Хасанов

## **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.

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.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Освоить классификацию биополимеров (пептиды, белки, полисахариды, нуклеиновые кислоты) и низкомолекулярных соединений (углеводы, липиды, карбоновые кислоты, стероиды и терпены), их строение, свойства и функции в организме.

- Ознакомиться с основами химических процессов, протекающих в живой клетке (метаболизм), методами их регуляции, принципами генерации, накопления и расходования энергии, извлекаемой из процессов катаболизма и расходуемой в процессе жизнедеятельности, передаче наследственной информации и обмене живого организма с окружающей средой веществом и энергией.

- Получить базовые знания по важнейшим приемам работы с биополимерами – секвенирование белков и полинуклеотидов, методы клонирования и накопления количеств нуклеиновых кислот, работы с векторами.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

## **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: обязательной части блока Б1.О. (неорганическая,

аналитическая, органическая, физическая химия, математический анализ, физика, строение вещества).

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

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

– лекции: 32 ч.;

– практические занятия: 16 ч.;

в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

Тема 1. Биологические полимеры I. Аминокислоты, пептиды, белки.

Аминокислоты, физико-химические свойства, оптическая изомерия, протеиногенные, непротеиногенные аминокислоты. Пептиды. Структура и свойства. Структурные аналоги природных пептидов. Белки. Четыре уровня организации белковых молекул. Молекулярная масса, физико-химические свойства белков, форма белковых молекул. Простые и сложные белки. Функции белков в организме, белки крови. Гемоглобин. Молекулярные болезни. Серповидноклеточная анемия как пример молекулярной болезни. Методы установления аминокислотной последовательности в белках. Выделение и очистка белков. Сведения о гель-электрофорезе и его разновидностях. Хроматография (HPLC, FPLC, HIC, IEC, GFC) как один из методов очистки белков и определения молекулярной массы.

Капиллярный электрофорез. Ультрацентрифугирование. Расщепление белков протеиназами.

Тема 2. Биологические полимеры II. Углеводы.

Важнейшие представители, оптическая изомерия, химические свойства, мутаротация. Олигосахариды, номенклатура, гликозиды. Полисахариды. Резервные и структурные полисахариды. Биологические функции сахаридов. Фальсификация соков олигосахаридами и способы ее выявления. Полисахариды как важнейший структурный элемент антител. Функция высокоспецифического узнавания. Антигены и антитела. Строение молекулы иммуноглобулина G. Химия иммунитета и иммунный ответ. Вакцинирование, как способ защиты от вирусных заболеваний. Выявление специфических антител в крови. Понятие об иммуноферментном анализе (ELISA).

Тема 3. Биологические полимеры II. Нуклеиновые кислоты.

Структура нуклеозидов, пуриновые и пиримидиновые основания. Мононуклеотиды, структура, номенклатура, классификация. Полинуклеотиды и нуклеиновые кислоты. ДНК и РНК. Вторичная структура нуклеиновых кислот. Комплементарные и межплоскостные взаимодействия нуклеиновых оснований. Пары Уотсон-Крик и Хугстен. Физико-химические свойства НК. Денатурация и ренатурация. Параметр Cot-a-half, как способ определения сложности генома.

Функции полинуклеотидов в живых организмах. Методы определения последовательности нуклеотидов в полинуклеотидной цепи (секвенирование). Понятие о рестриктазах. Процедуры Максама-Гилберта и Сейнджера

Тема 4. Жиры и фосфолипиды.

Структура, номенклатура, классификация. Нейтральные ацилглицерины, воска, стероиды, терпены, простагландины. Фосфолипиды. глицерофосфолипиды и сфингофосфолипиды. Химические свойства и функции в организме.

Строение клеточных мембран и функции фосфолипидов. Проницаемость мембран. Мицеллы и липосомы. Перспективы применения липосом в новейших способах лечения. Клеточные стенки бактерий. Пенициллин и механизм его действия.

#### Тема 5. Биокатализ.

Ферменты, номенклатура, классификация. Белковая природа ферментов. Активный центр, кофакторы ферментов. Холофермент и апофермент. Кинетика реакций ферментативного катализа. Кинетическая схема и уравнение Михаэлиса. Уравнение Лайнуивера- Бэрка. Конкурентные и неконкурентные ингибиторы. Регуляторные ферменты.

Механизмы ферментативных реакций. Применение ферментов и их ингибиторов в медицине. Сульфаниламиды как антибактериальные средства. Химиотерапия. Использование определения активности в диагностике инфаркта миокарда и ряда других заболеваний.

Тема 6. Обмен веществ и метаболизм. Механизмы регуляции метаболических превращений.

Основные метаболические пути. Гликолиз, глюконеогенез, гликогенолиз, гликогеногенез, пентозофосфатный путь, цикл трикарбоновых кислот- как энергетическая основа жизни клетки. Дыхательная цепь- превращения химической энергии. Метаболические пути азота. Механизмы трансмембранного переноса.

#### Тема 7. Передача наследственной информации и биотехнология.

Генетическая функция ДНК. Репликация ДНК. Транскрипция, биосинтез РНК на ДНК. Генетический код и функции тРНК. Кодированные триплеты, кодон-антикодоновые взаимодействия. Биосинтез белка на рибосомах. Инициация, элонгация, терминация. Регуляция биосинтеза белков. ДНК Полимеразы, их свойства и функции при репликации. Генная инженерия. Молекулярные механизмы мутагенеза. Методы размножения участков ДНК. Клонирование, понятие о векторах. Плазмиды. Методы определения и выделения целевых клонов. Процедура Southern blotting. Цепная реакция полимеразы (PCR) как эффективный способ накопления участков ДНК. Роль PCR в диагностике СПИДа и ряда других заболеваний, включая генетические. Определение родства. Другие методы размножения участков ДНК. RFLP при определении молекулярных патологий. Dot Blot. Делеции, вставки, инверсии и замены. Экологические и этические проблемы генной инженерии.

### 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу 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. Экзаменационный билет состоит из 20 вопросов, имеющих 5 вариантов ответов на выбор (только один правильный), проверяющих ИОПК-1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 2.3 и 2.4. Продолжительность экзамена 0,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов:

**1. В реакциях цикла Кребса какие восстановительные эквиваленты образуются:**

а) только NADH; б) только NADPH; в) только FAD·H<sub>2</sub>; г) NADH и FAD·H<sub>2</sub>; д) NADH и NADPH; е) NADPH и FAD·H<sub>2</sub>

**2. В процедуре секвенирования ДНК по Максаму-Гилберту используется всё, КРОМЕ:**

а) разрушение азотистых оснований; б) электрофорез на полиакриламидном геле; в) радиоактивные метки <sup>32</sup>P и <sup>35</sup>S; г) дидеоксидуклеотиды (ddNTP);

**3. Укажите правильный порядок передачи электронов по дыхательной цепи:**

а) FADH<sub>2</sub>-NADH-КоQ-ЦХ-O<sub>2</sub>; б) FADH<sub>2</sub>-NADH-ЦХ-КоQ-O<sub>2</sub>; в) NADH-FADH<sub>2</sub>-КоQ-ЦХ-O<sub>2</sub>; г) КоQ -FADH<sub>2</sub>-NADH-ЦХ-O<sub>2</sub>; д) NADH-FADH<sub>2</sub>-ЦХ-КоQ-O<sub>2</sub>

**4. Ингибирование какого типа приводит к увеличению величины K<sub>m</sub> с ростом концентрации ингибитора:**

а) конкурентное; б) неконкурентное; в) бесконкурентное; г) ингибирование не может сопровождаться увеличением K<sub>m</sub>

**5. Какое из соединений участвует в утилизации метаболитов:**

а) УДФ-глюконовая кислота; б) УДФ-глюкуроновая кислота; в) УДФ-глюкоза; г) Флаavin-зависимые дегидрогеназы

**6. Простетической группой NADH-дегидрогеназы является:**

а) FAD; б) КоA-SH; в) NAD<sup>+</sup>; г) NADPH; д) ни один из перечисленных.

**7. Какая пара соединений способна превращаться друг в друга (в печени) под влиянием одной и той же молекулы бифункционального фермента:**

а) глюкоза и глюкозо-6-фосфат; б) 3-фосфоглицерат и фосфоенолпируват; в) фосфоенолпируват и пируват; г) фруктозо-6-фосфат и фруктозо-1,6-дифосфат; д) фруктозо-6-фосфат и фруктозо-2,6-дифосфат.

**8. Растворимым в воде является:**

а) гликоген; б) крахмал; в) амилоза; г) амилопектин.

**9. Техника для определения ММ нуклеиновых кислот в диапазоне от 100000 до 10<sup>9</sup>:**

а) отжиг цепей ДНК; б) электрофорез; в) центрифугирование в градиенте плотности; г) C<sub>0</sub>t- кривые

**10. В наибольших концентрациях в сыворотке крови находятся:**

а) IgA; б) IgD; в) IgE; г) IgG; д) IgM

**11. Сколько транспортных РНК известно:**

а) 1; б) 3; в) 20; г) 21; д) 60; е) 61; ж) 64.

**12. Что такое репликация:**

а) синтез РНК; б) синтез ДНК; в) синтез кДНК; г) синтез белка; д) все вышеперечисленное.

**13. Превращение лактата в пируват катализируется ферментом при участии кофермента:**

а) КоA-SH; б) FAD/FMN; в) тиамин пирофосфат; г) пиридоксаль-фосфат; д) никотинамид-аденин-динуклеотид.

**14. ДНК синтезируется в направлении:**

а) 5'-3'; б) 3'-5'; в) может идти в обоих направлениях.

**15. Точку плавления ДНК определяют:**

а) калориметром; б) по поглощению в УФ при 260 нм; в) по поглощению в УФ при 280 нм;  
г) ультрацентрифугированием; д) электрофорезом; ж) секвенированием;

**16. Одна молекула FADH<sub>2</sub>, превращаясь в дыхательной цепи, приводит к синтезу... молекул АТФ:**

а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5; е) 6.

**17. Компонентом какого метаболического цикла является *рибулозо-5-фосфат*:**

а) гликолиз; б) пентозофосфатного пути; в) ЦТК; г) орнитинового; д) β-окисление жирных кислот.

**18. Реакции типа: XR = XZ + CO<sub>2</sub> катализируются:**

а) оксидоредуктазами; б) гидролазами; в) лиазами; г) трансферазами;  
д) изомеразами; е) лигазами.

**19. Достаточно быстрое и значительное накопление количества участка ДНК с неизвестной последовательностью можно осуществить методом:**

а) клонирования; б) электрофореза; в) цепной реакции полимеразы; г) RFLP; д) SSCP;

**20. Подавляющий вклад в построение клеточных мембран вносят:**

а) эфиры холестерина; б) гликопротеины; в) триацилглицерины; г) фосфолипиды;  
д) жирные кислоты; е) липопротейны.

Результаты экзамена определяются количеством правильных ответов, на основании которых преподавателю рекомендуются оценки «отлично» (число правильных ответов входит в ТОП 20% оценок, полученных студентами потока), «хорошо» (40-79%), «удовлетворительно» (20-39%), «неудовлетворительно» (нижние 19% результатов).

Итоговая оценка выставляется преподавателем практики с учетом рекомендуемой оценки по итогам экзамена (вес 0.3) и результатов работы студента в семестре (вес 0.7).

**11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle»:

- <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23416> (восьмой семестр)

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:

– Румянцев Е. В. Химические основы жизни [учебное пособие по направлению подготовки бакалавров и магистров "Химия"]. – М. КолосС, 2007.

– Димитриев А. Д. Биохимия, учебное пособие. – Москва, Дашков и Ко, 2010.

- Нельсон Д. Л. Основы биохимии Ленинджера : в 3 т. Т. 1 / Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. – 694 с.
- Уилсон К., Уолкер Дж. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. "БИНОМ. Лаборатория знаний" 2013. – 848 с.
- URL: [https://e.lanbook.com/book/8704#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/8704#book_name)

б) дополнительная литература:

- Ленинджер А. Основы биохимии: В 3 т. М : Мир, – 1985. – Т.1-3. – 1056 с.
- Страйер Л. Биохимии: В 3 т. М : Мир, 1984. – 1985. – Т.1-3. – 936 с.
- Уайт, Хендлер, Смит. Основы биохимии в 3 т. М. : МИР, – 1981.

в) ресурсы сети Интернет:

- <https://www.khanacademy.org/science/biology>
- Лекции профессора Шноля С. Э. (МГУ)  
[http://univertv.ru/video/biology/obwaya\\_biologiya/biohimiya/biohimiya\\_cikl\\_lekcij\\_professora\\_shnolya\\_s\\_e/do\\_pervoj\\_lekcii/?mark=all](http://univertv.ru/video/biology/obwaya_biologiya/biohimiya/biohimiya_cikl_lekcij_professora_shnolya_s_e/do_pervoj_lekcii/?mark=all)
- <http://orgchem.tsu.ru> – онлайн-учебно-методические материалы по курсу «Химические основы биологических процессов»;
- <http://accent.tsu.ru> – система тестового контроля остаточных знаний.

#### **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.).

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/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

- лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, слайдов и компьютерной анимации (аудитория № 311 6-го учебного корпуса ТГУ). В аудитории имеется интерактивная доска;
- лабораторная аудитория (№ 324, 6-го учебного корпуса ТГУ);
- лаборатория органического синтеза (№ 323, 6-го учебного корпуса ТГУ);
- лаборатория ТГУ (№ 307, 6-го учебного корпуса ТГУ);
- лаборатория Химической Экологии (№ 306, 6-го учебного корпуса ТГУ).

Все лаборатории оснащены вытяжными шкафами, стеклянной и фарфоровой лабораторной посудой, измерительным инструментом (весы, термометры, рН-метры, УФ-спектрофотометр и т.д.). Кроме того, в лабораториях имеется нагревательное оборудование (электроплитки и термостатирующие шкафы), оборудование для

филтрации под вакуумом и роторные испарители, встряхиватели, мешалки с магнитным приводом и другое оборудование.

**Учебный процесс** по дисциплине «Химические основы биологических процессов» поддерживается самым современным оборудованием для работы с органическими соединениями, и включает:

- систему ВЭЖХ-МС
- аналитическую систему FPLC;
- препаративную систему FPLC;
- систему капиллярного электрофореза;
- систему парофазного ГЖХ-анализа

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

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

Хасанов Виктор Вазикович, канд. хим. наук, доцент, кафедра органической химии, Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.