

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**  
**Директор физтех-школы**  
**биологической и медицинской**  
**физики**  
**Д.В. Кузьмин**

**Программа практики**

<b>по практике</b>	Учебная практика по биохимии
<b>по направлению:</b>	Биотехнология
<b>профиль подготовки:</b>	Системная и синтетическая биология
	Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики
<b>курс:</b>	2
<b>квалификация:</b>	бакалавр
<b>тип практики:</b>	учебная
<b>способ проведения практики:</b>	

Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Дифференцированный зачет

Программу составил: Г.А. Носов, phd (канд. биол. наук)

Программа обсуждена на заседании 01.06.2021 Физтех-школы Биологической и Медицинской Физики  
13.06.2023

## Аннотация

Данный курс предназначен для изучения студентами молекулярных основ современной биологической химии, подготавливающих студентов нехимических специальностей к усвоению других курсов биологического профиля.

Основной целью курса является изучение студентами молекулярных основ современной химии биомолекул; знакомство с основными биохимическими процессами, происходящими в живой клетке; знакомство с методиками постановки и проведения биохимических экспериментов, включая работу на уникальном оборудовании, для решения в будущем реальных научно-исследовательских работ.

Особенностью курса является то, что он не предполагает наличие предварительных знаний по биологии и навыков биохимической работы у студентов физических специальностей.

Отбор содержания для практической части курса осуществлен таким образом, чтобы, с одной стороны, обеспечить максимальное разнообразие формируемых простейших экспериментальных навыков, характерных для биохимического эксперимента, а с другой стороны – обеспечить интеграцию новых понятий и представлений в существующую систему, сформированную в рамках курсов физики и математики.

## 1. Общая характеристика практики

### Цель практики

- формирование базовых знаний по органической химии биомолекул и понимания основных биохимических процессов, протекающих в живых клетках, для их последующего использования в более детальном изучении других биологических и биохимических дисциплин; формирование начальной биохимической культуры и способностей практического применения биохимических знаний.

### Задачи практики

- освоение студентами базовых знаний в области биологической химии;
- формирование у студентов навыков самостоятельной работы со специальной научной литературой биологической направленности;
- формирование начальной биохимической культуры: привить понимание протекания основных процессов в живых системах;
- сформировать умения и способствовать развитию навыков применения полученных знаний при самостоятельной, в том числе научно-исследовательской, работе, решении задач, а также анализе полученных результатов.

### Форма проведения практики:

## 2. Перечень формируемых компетенций

Процесс прохождения обучающимися практики направлен на формирование следующих компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач

способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1 Способен устанавливать разные виды коммуникации (учебную, научную, деловую, неформальную и др.)
	УК-3.2 Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на математических, физических, химических, биологических законах, закономерностях и взаимосвязях	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения
	ОПК-3.2 Владеет на практике методологией составления научно-технических отчетов (проектов)
	ОПК-3.3 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной, технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
	ОПК-4.3 Умеет составлять аннотации, рефераты, библиографические перечни и обзоры информации в области своей профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации

### 3. Перечень планируемых результатов обучения

В результате освоения практики обучающийся должен

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной биологической химии;
- молекулярные основы биохимических путей, их связь друг с другом, ключевые метаболиты живой клетки;
- основные способы выделения, разделения и очистки компонентов клетки, современные методы их идентификации. Современные технологии модификации клетки и клеточных структур;
- основы рационального дизайна биохимического эксперимента.

уметь:

- ориентироваться в структурных формулах главных компонентов клетки (углеводы, в том числе полисахариды, аминокислоты, белки, нуклеотиды, нуклеозиды, нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК), липиды, витамины, стероидные гормоны);
- применять полученные теоретические знания о экспериментальных подходах в биологической химии для решения конкретных экспериментальных задач;
- соотносить теоретические знания с практическими наблюдениями;
- работать с базовым лабораторным оборудованием, а также на современном (в том числе и уникальном) экспериментальном оборудовании;
- осуществлять простейшие операции по разделению и очистке биополимеров;
- контролировать и фиксировать наблюдения и результаты физико-химического эксперимента в лабораторном журнале;
- давать объяснения наблюдаемым физико-химическим процессам;
- самостоятельно проводить количественные и качественные оценки результатов экспериментов.

владеть:

- методами базовой валидации и статистической оценки результатов эксперимента;
- культурой постановки и моделирования биологических задач;
- классическими методами разделения полимерных биомолекул с последующей интерпретацией полученных результатов;
- навыками безопасной работы в биохимической лаборатории, включая работу с ядовитыми и канцерогенными веществами;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- навыками ведения лабораторного журнала, грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

#### 4. Содержание практики

##### 4.1. Основные этапы практики

№	Содержание этапа практики	Трудоемкость (часов), в том числе самостоятельная работа
4 семестр		
1	Аминокислоты, пептиды и белки. Строение и химические свойства, качественные методы анализа.	20
2	Количественные методы исследования пептидов и белков.	25
3	Углеводы и сахара. Строение и их химические свойства.	25
4	Биологический катализ. Ферменты – строение и свойства.	25
5	Кинетика ферментативных процессов. Константа Михаэлиса. Ингибиторы ферментов.	25
6	Нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК). Строение, физико-химические свойства.	20
7	Методы выделения и анализа нуклеиновых кислот. Основы генетической инженерии.	20
8	Электрофоретические методы разделения биологических молекул.	20
Всего часов за 4 семестр		180
Всего часов		180

##### 4.2. Содержание работы

Семестр: 4 (Весенний)

1. Аминокислоты, пептиды и белки. Строение и химические свойства, качественные методы анализа.

Общая химия аминокислот. Протеиногенные и непротеиногенные аминокислоты. Генетическая связь аминокислот с другими классами органических соединений. Общая химия основных реакций альфа-аминокислот (конденсация/гидролиз). Пептидная связь, её особенности и параметры. Важность стереоспецифичности аминокислот. Классы аминокислот, взаимодействия между отдельными радикалами аминокислот в составе полипептида. Элементы организации структуры полипептида. Фолдинг белков. Основные варианты структуры белков. Биологическая роль способности белков к мультимеризации. Тепловая денатурация белка. Изоэлектрическая точка белка. Обратимая денатурация белка. Высаливание белка растворами сильных электролитов. Количественное определение белка методом прямой УФ-спектрометрии и с органическими красителями (метод Бредфорд).

Практическая часть: Нингидриновая реакция. Реакция на ароматические аминокислоты (ксантопротеиновая). Реакции на специфические аминокислоты (пролин, цистеин, аргинин). Синтез биурета из мочевины. Биуретовая реакция. Денатурация белков. Изоэлектрическая точка белков. Метод тонкослойной хроматографии.

## 2. Количественные методы исследования пептидов и белков.

Количественное определение белка методом прямой УФ-спектрометрии и с органическими красителями (метод Бредфорд). Инструментальные методы исследования пептидов и белков.

## 3. Углеводы и сахара. Строение и их химические свойства.

Важнейшие представители класса углеводов (моносахариды, дисахариды). Восстанавливающие и невосстанавливающие сахара. Кольчато-цепная таутомерия, оптическая изомерия сахаров. Полисахариды. Структурная роль углеводных компонентов клетки. Энергетические метаболиты на основе фосфорных эфиров глюкозы и фруктозы. Основные реакции углеводов: поликонденсация и гидролиз. Иммунологические свойства полисахаридов. Лектины.

Практическая часть. Качественные реакции на моносахариды - реакция Селиванова на фруктозу. Реакция Троммера.

## 4. Биологический катализ. Ферменты – строение и свойства.

Понятие о ферменте как о катализаторе белковой природы. Основные классы ферментов и катализируемые ими реакции. Молекулярный механизм действия ферментов на примере уреазы. Денатурация белка, влияние pH, ионной силы и температуры на активность и специфичность ферментативных реакций. Каталитические антитела (абзимы).

Практическая часть: выделение и изучение кинетики пероксидазы из редиса. Определение константы Михаэлиса. Ингибирование.

## 5. Кинетика ферментативных процессов. Константа Михаэлиса. Ингибиторы ферментов.

Термодинамика ферментативного катализа. Кинетика ферментативных реакций, методы исследования, активаторы и ингибиторы ферментов.

Практическая часть: Определение константы Михаэлиса для пероксидазы хрена. Ингибирование и кинетика процесса.

## 6. Нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК). Строение, физико-химические свойства.

Нуклеиновые кислоты. Строение. Методы электрофоретического разделения биомолекул на примере нуклеиновых кислот.

## 7. Методы выделения и анализа нуклеиновых кислот. Основы генетической инженерии.

Методы выделения ДНК из клеток. Факторы, влияющие на чистоту выделяемого препарата. Начальные понятия генетической инженерии – плазмида, вектор, рестриктазы.

## 8. Электрофоретические методы разделения биологических молекул.

Основные методы выделения и характеристики белков. Денатурирующий и нативный электрофорез белков в полиакриламидном геле. Изоэлектрофокусирование. Иммунологические методы исследования белков (вестерн-блоттинг, иммуноферментный анализ). Аффинная хроматография, хроматография по сродству фермента к субстрату и к ионам тяжёлых металлов, применение химерных доменов в белковой инженерии.

#### **4.3. Руководство практикой**

### **5. Описание материально-технической базы, необходимой для организации практики**

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном.  
Специализированные лаборатории, оборудованные вытяжными шкафами.  
Средства индивидуальной защиты.  
Специализированное лабораторное оборудование для биохимического практикума, включая химическую посуду из пластика или стекла, спектрофотометры, установки для гель-электрофореза, центрифуги, рН-метры.  
Химические и биохимические реактивы.

### **6. Перечень рекомендуемой литературы**

#### **Основная литература**

1. Основы биохимии Ленинджера [Текст] : в 3 т. = *Leninger Principles of Biochemistry* : [учеб. пособие для вузов] / Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой [и др.] ; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова .— М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012 .— (Лучший зарубежный учебник) .— Т.1 : Основы биохимии. Строение и катализ. - 2012. - 694 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Биофизическая химия [Текст] = *Biofyzikalni chemie* : [учеб. пособие для вузов] / В. Калоус, З. Павличек ; пер. с чеш. А. П. Сергеева .— М. : Мир, 1985 .— 446 с.  
2. Биохимия : Химические реакции в живой клетке [Текст] : [в 3 т.] = *Biochemistry. The Chemical Reactions of Living Cells* : [учеб. пособие для вузов] / Д. Мецлер ; пер. с англ. под ред. А. Е. Браунштейна [и др.] .— М. : Мир, 1980 .— Т. 1. - 1980. - 408 с.  
3. Современная биохимия в схемах [Текст] = *Biochemistry in Schematic Perspective* : [учеб. пособие для вузов] / Я. Мусил, О. Новакова, К. Кунц ; пер. с англ. С. М. Аваевой, А. А. Байкова .— 2-е изд. — М. : Мир, 1984 .— 215 с.  
4. Наглядная биохимия = *Coloratlas of Biochemistry*, [справочник] / Я. Кольман, К.-Г. Рём , Москва, Лаборатория знаний, 2019

### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для прохождения практики**

<http://lib.mipt.ru/catalogue/1020/> -электронная библиотека Физтеха, раздел “Биохимия и биофизика”  
<http://molbiol.ru> – образовательный сайт по молекулярной биологии.  
<http://ncbi.nlm.nih.gov> – крупнейшая база данных по биотехнологии  
<http://www.organic-chemistry.org> – база данных по органической химии  
<http://xumuk.ru> – справочный ресурс по различным отраслям химии на русском языке.

### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по практике, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

При подготовке и проведении занятий используется сеть интернет. Кроме того, используется лицензионный Microsoft Office.

### **9. Методические указания для обучающихся**

Курс необходим для понимания обучающимися молекулярных основ функционирования живых систем. В результате прослушивания курса студент должен понимать химические основы жизнедеятельности, иметь представление о структуре и функциях биополимеров, таких как белки, нуклеиновые кислоты и полисахариды, знать химическую структуру и биологические функции липидов. Должно быть понимание происхождения биологических процессов из химических, взаимосвязанности химических реакций и биологических функций. Необходимо знать особенности строения органических молекул, геометрическую и оптическую изомерию, хиральность, типы химических связей и их влияние на физические свойства молекул. В курсе рассматриваются функциональные группы основных классов органических соединений, номенклатура, свойства и характерные реакции. Подробно излагаются принципы строения главных биомолекул: белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов и липидов.

Курс требует самостоятельной подготовки с целью углубленного понимания молекулярных основ жизнедеятельности. Для этого рекомендуется работа с литературой, а также ознакомление с интернет-ресурсами, указанными ранее. Параллельно рекомендуется освоение лекционного курса по биохимии. Требуется базовая подготовленность по химии – как органической, так и неорганической.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРАКТИКЕ

**по направлению:** Биотехнология  
**профиль подготовки:** Системная и синтетическая биология  
Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики  
**курс:** 2  
**квалификация:** бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** Г.А. Носов, phd (канд. биол. наук)



## 1. Компетенции, формируемые в процессе прохождения практики

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач
	УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1 Способен устанавливать разные виды коммуникации (учебную, научную, деловую, неформальную и др.)
	УК-3.2 Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на математических, физических, химических, биологических законах, закономерностях и взаимосвязях	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения
	ОПК-3.2 Владеет на практике методологией составления научно-технических отчетов (проектов)
	ОПК-3.3 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной, технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
	ОПК-4.3 Умеет составлять аннотации, рефераты, библиографические перечни и обзоры информации в области своей профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Учебная практика по биохимии» обучающийся должен:

**знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной биологической химии;
- молекулярные основы биохимических путей, их связь друг с другом, ключевые метаболиты живой клетки;
- основные способы выделения, разделения и очистки компонентов клетки, современные методы их идентификации. Современные технологии модификации клетки и клеточных структур;
- основы рационального дизайна биохимического эксперимента.

**уметь:**

- ориентироваться в структурных формулах главных компонентов клетки (углеводы, в том числе полисахариды, аминокислоты, белки, нуклеотиды, нуклеозиды, нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК), липиды, витамины, стероидные гормоны);
- применять полученные теоретические знания о экспериментальных подходах в биологической химии для решения конкретных экспериментальных задач;
- соотносить теоретические знания с практическими наблюдениями;
- работать с базовым лабораторным оборудованием, а также на современном (в том числе и уникальном) экспериментальном оборудовании;
- осуществлять простейшие операции по разделению и очистке биополимеров;
- контролировать и фиксировать наблюдения и результаты физико-химического эксперимента в лабораторном журнале;
- давать объяснения наблюдаемым физико-химическим процессам;
- самостоятельно проводить количественные и качественные оценки результатов экспериментов.

**владеть:**

- методами базовой валидации и статистической оценки результатов эксперимента;
- культурой постановки и моделирования биологических задач;
- классическими методами разделения полимерных биомолекул с последующей интерпретацией полученных результатов;
- навыками безопасной работы в биохимической лаборатории, включая работу с ядовитыми и канцерогенными веществами;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- навыками ведения лабораторного журнала, грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

### **3. Отчетность обучающихся по практике**

В период прохождения практики обучающийся обязан:

- полностью выполнить программу практики, представить отчет о прохождении практики;
- выполнять указания руководителя практики;
- нести ответственность за выполняемую работу и ее результаты.

Отчет о практике оформляется на заключительном этапе практики. В отчете необходимо отразить все виды деятельности, которые выполнены обучающимся. Отчет должен содержать сведения о конкретно выполненной работе, выводы, полученные в ходе прохождения практики.