

**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

по практике	Учебная практика по биохимии
по направлению:	Биотехнология
профиль подготовки:	Биотехнология
	Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики
курс:	2
квалификация:	бакалавр
тип практики:	учебная
способ проведения практики:	

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:	Биотехнология 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.