

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МГОУ)

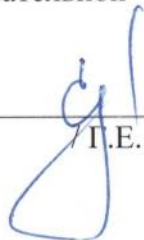
Биолого-химический факультет

Кафедра теоретической и прикладной химии

Согласовано управлением организации и
контроля качества образовательной
деятельности

«22» июня 2021 г.

Начальник управления


/ Г.Е. Суслин /

Одобрено учебно-методическим советом

Протокол «22» июня 2021 г. № 5

Председатель



О.А. Шестакова /

Рабочая программа дисциплины

Молекулярная биология

Направление подготовки

06.03.01 Биология

Профиль:

Биомедицинские технологии

Квалификация

Бакалавр

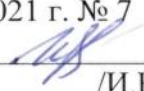
Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
биолого-химического факультета

Протокол от «17» июня 2021 г. № 7

Председатель УМКом


/ И.Ю. Лялина /

Рекомендовано кафедрой теоретической и
прикладной химии

Протокол от «10» июня 2021 г. № 11

Зав. кафедрой


/ Н.В. Васильев /

Мытищи
2021

Автор-составитель:

Дроганова Татьяна Сергеевна, старший преподаватель кафедры теоретической и прикладной химии;

Поликарпова Людмила Викторовна, ассистент кафедры теоретической и прикладной химии,

Тишина Екатерина Александровна, ассистент кафедры теоретической и прикладной химии

Рабочая программа дисциплины «Молекулярная биология» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ № 920 от 07.08.2020

Дисциплина входит в обязательную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2021

Содержание

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ	7
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	8
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	21
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	22
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	22
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	23

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель дисциплины

Получение знаний о содержании, современных теоретических и практических задачах молекулярной биологии как науки, изучающей взаимосвязь строения и функций биологических макромолекул, обеспечивающих жизнедеятельность организмов.

Задачи дисциплины:

- прочное освоение учащимися теоретических знаний в области основных разделов молекулярной биологии;
- обеспечение навыков работы с молекулярно-биологическими объектами, объяснения и демонстрации полученных данных;
- приобретение обучающимися умений самостоятельного поиска информации в области молекулярной биологии, ее анализа и использования в процессе учебной и практической (преподавательской) деятельности.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-3 Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности

ДПК-2 Способен к участию в мероприятиях по мониторингу потенциально опасных биообъектов с помощью молекулярно-биологических и биотехнологических методов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Дисциплина опирается на знания, полученные в результате освоения таких дисциплин как: «Органическая химия», «Биологическая химия».

В результате освоения данных дисциплин обучающиеся, в частности, приобретают знания в области строения основных классов органических соединений биологической природы, химического состава и обмена веществ и энергии в организме, принципах ферментативного катализа, взаимосвязи и регуляции обмена веществ. Одновременно у обучающихся вырабатываются умения в области проведения практических (лабораторных) работ с биологическими объектами, формируется готовность к восприятию нового теоретического материала и практических навыков в области молекулярной биологии.

В связи с тем, что в процессе освоения текущего курса обучающиеся приобретают необходимые знания в области молекулярных механизмов хранения, воспроизведения и реализации генетической информации, мутагенных и канцерогенных факторов окружающей среды, основополагающих методов и возможностей генетической инженерии и молекулярной биотехнологии освоение дисциплины «Молекулярная биология» является необходимым для последующего изучения таких дисциплин как «Основы мутагенеза и генотоксикологии», «Методы молекулярной диагностики заболеваний», «Наномедицинские технологии», «Общая патология», «Основы онкогенетики» и др., а также прохождения специализированной и производственной

практики.

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Кол-во часов
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в часах	108
Контактная работа:	32,3
Лекции	10
Лабораторные занятия	20
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	2,3
Предэкзаменационная консультация	2
Экзамен	0,3
Самостоятельная работа	66
Контроль	9,7

Форма промежуточной аттестации – экзамен в 7 семестре на 4 курсе.

3.2. Содержание дисциплины

По очной форме обучения

Наименование разделов (тем) Дисциплины с кратким содержанием	Виды занятий	
	Лекции	Лабораторные занятия
Раздел I. Задачи и методы молекулярной биологии.		
Тема 1. Современные теоретические и практические задачи молекулярной биологии как составляющей физико-химической биологии. Методы молекулярной биологии. Физико-химические методы	-	1
Раздел II. Структура геномов.		
Тема 1. Структура геномов вирусов и фагов. Строение геномов ДНК-содержащих фагов фХ174, М13, λ-фага, вируса гепатита В. Болезни, вызываемые ДНК-содержащими вирусами. РНК-содержащие вирусы. Ретровирусы. Вирус иммунодефицита человека (ВИЧ), его структура и цикл развития, подходы для борьбы с ним. Вирусы гриппа. Онкогенные вирусы.	1	2
Тема 2. Структура геномов бактерий. Особенности структуры геномов бактерий. Различия в геномах у различных видов бактерий. Минимальный размер генома прокариот. Особенности строения генов бактерий. Структура оперонов бактерий и регуляция транскрипции. Плазмидная ДНК бактерий. Химический синтез ДНК бактерий как путь создания синтетических геномов.	1	2
Тема 3. Структура геномов эукариот. Мозаичное строение генов эукариот. Повторяющиеся и уникальные последовательности в ДНК. Теломерные	1	2

повторы. Сателлитная ДНК. Итоги выполнения программы «Геном человека». Успехи и перспективы в изучении структуры генома человека, животных и растений.		
Раздел III. Подвижные гены, рекомбинация и эволюция геномов.		
Тема 1. Молекулярные основы генетической рекомбинации. Общая и сайт-специфическая рекомбинация. Белки и ферменты, участвующие в рекомбинации. Бактериофаги как участники сайт-специфической рекомбинации. Особенности рекомбинации вирусных РНК.	1	2
Тема 2. Подвижные генетические элементы и эволюция. Подвижные генетические элементы бактерий, их структура и возможные механизмы перемещения транспозонов. Мобильные диспергированные гены эукариот. Ретропозоны. Псевдогены. Последствия ретропозиции и эволюция геномов.	1	2
Раздел IV. Повреждения и репарация ДНК. Апоптоз.		
Тема 1. Причины и виды повреждений ДНК. Классификация факторов, вызывающих повреждения в ДНК. Антропогенные факторы мутагенеза. Активные формы кислорода как индукторы мутационного процесса. Мутагены и раковое перерождение клеток.	1	2
Тема 2. Виды репарации ДНК. Репарация ДНК и ее виды: прямая и эксцизионная репарация. SOS - репарация. Ферменты репарации.	1	2
Тема 3. Молекулярные механизмы апоптоза. Молекулярные и биохимические аспекты апоптоза. Индукторы и рецепторы апоптоза. Каспазы, их строение и мишени воздействия. Взаимосвязь процессов апоптоза и вирусного канцерогенеза. Апоптоз и регуляция клеточного цикла	1	2
Раздел V. Современные методы и задачи генетической инженерии, геномики и протеомики		
Тема 1. Методы геномики и генетической инженерии. Понятие о рекомбинантных ДНК. Генетическая инженерия как технология получения функционально активных генетических структур. Рестрикция ДНК. Рестриктазы, их классификация и особенности воздействия на ДНК. Клонирование ДНК. Плазмиды, их свойства и функции. Векторы молекулярного клонирования. Гибридизация нуклеиновых кислот. Химический синтез генов и геномов. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) и аспекты ее применения. Различные стратегии молекулярного клонирования. Получение генов с использованием обратной транскриптазы. Геномика, ее задачи и достижения. Методы секвенирования ДНК. Задачи биоинформатики. Методы и задачи протеомики.	1	2
Тема 2. Достижения и перспективы генетической инженерии, геномики и протеомики. Получение пептидных гормонов: гормона роста, соматостатина, инсулина. Получение интерферонов. Получение трансгенных растений (общие принципы, достижения и перспективы). Преимущества трансгенных видов и сортов растений. Получение трансгенных животных в научных и практических целях. Трансгенные рыбы, птицы, овцы и крупный рогатый скот и перспективы их использования. Молекулярно-генетическая трансформация видов бактерий. Проблемы создания искусственных клеток и организмов.	1	1
Итого	10	20

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методические обеспечения	Формы отчетности
Раздел I. Задачи и методы молекулярной биологии	Современные задачи молекулярной биологии. Методы молекулярной биологии	13	Работа с учебной литературой и ресурсам и сети «Интернет»	Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы	Доклад, опрос
Раздел II. Структура геномов	Структура геномов вирусов, бактерий и эукариот	13	Работа с учебной литературой и ресурсам и сети «Интернет»	Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы	Доклад, опрос, тест
Раздел III. Подвижные гены, рекомбинация и эволюция геномов	Молекулярные основы генетической рекомбинации. Подвижные генетические элементы и эволюция	13	Работа с учебной литературой и ресурсам и сети «Интернет»	Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы	Реферат, опрос,
Раздел IV. Повреждения и репарация ДНК. Апоптоз.	Причины и виды повреждений ДНК. Виды репарации ДНК. Молекулярные механизмы апоптоза	13	Работа с учебной литературой и ресурсам и сети «Интернет»	Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы	Доклад опрос, презентация
Раздел V. Методы и задачи генетической инженерии, геномики и протеомики	Методы геномики и генетической инженерии. Достижения и перспективы генетической инженерии, геномики и протеомики	14	Работа с учебной литературой и ресурсам и сети «Интернет»	Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы	Реферат опрос, презентация
Итого		66			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-3 Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности	1. Работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия) 2. Самостоятельная работа (домашние задания, написания реферата, докладов и др.)
ДПК 2 Способен к участию в мероприятиях по мониторингу потенциально опасных биообъектов с помощью молекулярно-биологических и биотехнологических методов	1. Работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия) 2. Самостоятельная работа (домашние задания, написания реферата, докладов и др.)

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-3	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	<i>Знать:</i> - основные современные методы молекулярной биологии - основы биотехнологических и биомедицинских производств и молекулярного моделирования <i>Уметь:</i> - использовать основные современные методы молекулярной биологии в профессиональной деятельности	Текущий контроль усвоения знаний: опрос, лабораторный журнал, контрольное задание, тестирование.	Шкала оценивания опроса Шкала оценивания тестирования Шкала оценивания доклада Шкала оценивания выполнения лабораторной работы

					Шкала оценива ния презент ации
	Продвину тый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельн ая работа	<i>Уметь:</i> - использовать основные современные методы молекулярной биологии в профессиональной деятельности - применять основные методы генетического и молекулярного анализа в профессиональной деятельности <i>Владеть:</i> - современными методами генной инженерии, молекулярной биологии - навыками применения основных методов генетического и молекулярного анализа в лабораторных и производственных условиях	Реферат, доклад, презентаци я.	Шкала оценива ния опроса Шкала оценива ния доклада Шкала оценива ния выполне ния лаборат орной работы Шкала оценива ния презент ации Шкала оценива ния реферат а Шкала оценива ния тестиро вания
ДПК 2	Пороговы й	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельн ая работа	<i>Знать:</i> - молекулярно-биологические и биотехнологические методы определения потенциально опасных биологических объектов; - взаимосвязи обменов различных классов органических соединений в организме и уровни регуляции обмена веществ <i>Уметь:</i> - применять научные знания в области молекулярной биологии	Опрос, тестирован ие, защита выполненн ых лабораторн ых работ	Шкала оценива ния опроса Шкала оценива ния выполне ния лаборат орной работы

			для решения профессиональных задач; - осуществлять поиск и анализ научной информации по актуальным вопросам современной биохимии, молекулярной биологии и биоорганической химии		
	Продвину тый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятель ная работа	<i>Уметь:</i> - применять научные знания в области молекулярной биологии для решения профессиональных задач; - осуществлять поиск и анализ научной информации по актуальным вопросам современной биохимии, молекулярной биологии и биоорганической химии <i>Владеть:</i> - практическими навыками биохимических исследований для проведения экспериментальных научно-исследовательских работ с биологическими объектами с применением современного биохимического оборудования - навыками мониторинга потенциально опасных биообъектов с помощью молекулярно-биологических и биотехнологических методов	Опрос, тестирован ие, защита выполненн ых лабораторн ых работ, доклад, презентаци я, реферат	Шкала оценива ния опроса Шкала оценива ния доклада Шкала оценива ния выполне ния лаборат орной работы Шкала оценива ния презент ации Шкала оценива ния реферат а

Шкалы оценивания

Шкала оценивания опроса

Показатель	Балл
Ответ полный и содержательный, соответствует теме; студент умеет аргументировано отстаивать свою точку зрения, демонстрирует знание терминологии дисциплины	2
Ответ в целом соответствует теме (не отражены некоторые аспекты); студент умеет отстаивать свою точку (хотя аргументация не всегда на	1

должном уровне); демонстрирует удовлетворительное знание терминологии дисциплины	
Ответ неполный как по объему, так и по содержанию (хотя и соответствует теме); аргументация не на соответствующем уровне, некоторые проблемы с употреблением терминологии дисциплины	0

Максимальное количество баллов – 10 (по 2 балла за каждый опрос).

Шкала оценивания выполнения лабораторной работы

Критерии оценивания	Балл
Работа выполнена полностью по плану и сделаны правильные выводы;	2
Работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущена существенная ошибка	1
Работа не выполнена	0

Максимальное количество баллов – 12 (по 2 балла за работу).

Шкала оценивания доклада

Показатель	Балл
Доклад соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением достаточного количества научных и практических источников по теме, студент в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	3
Доклад в целом соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением нескольких научных и практических источников по теме, студент в состоянии ответить на часть вопросов по теме доклада.	2
Доклад не совсем соответствует заявленной теме, выполнен с использованием только 1 или 2 источников, студент допускает ошибки при изложении материала, не в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	1

Максимальное количество баллов – 9 (по 3 балла за доклад).

Шкала оценивания презентации

Показатель	Балл
Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Проблема раскрыта полностью. Широко использованы возможности технологии <i>PowerPoint</i> .	3
Представляемая информация в целом систематизирована, последовательна и логически связана (возможны небольшие отклонения). Проблема раскрыта. Возможны незначительные ошибки при оформлении в <i>PowerPoint</i> (не более двух).	2
Представляемая информация не систематизирована и/или не совсем последовательна. Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны или не обоснованы. Возможности технологии <i>PowerPoint</i> использованы лишь частично.	1

Максимальное количество баллов – 6 (3 балла за презентацию).

Шкала оценивания реферата

Критерии оценивания	Балл
Содержание соответствует поставленным цели и задачам, изложение	8-9

материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения	
Содержание недостаточно полно соответствует поставленным цели и задачам исследования, работа выполнена на недостаточно широкой источниковой базе и не учитывает новейшие достижения науки, изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения	5-7
Содержание не отражает особенности проблематики избранной темы; содержание работы не полностью соответствует поставленным задачам, источниковая база является фрагментарной и не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи, работа не учитывает новейшие достижения историографии темы, студент показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы	2-4
Работа не имеет логичной структуры, содержание работы в основном не соответствует теме, источниковая база исследования является недостаточной для решения поставленных задач, студент показал неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию.	0-1

Максимальное количество баллов – 9.

Шкала оценивания тестирования

Процент правильных ответов	Оценка	Баллы
80-100%	«отлично»	5
60-80%	«хорошо»	3-4
30-50%	«удовлетворительно»	2
0-20 %	«неудовлетворительно»	0-1

Максимальное количество баллов - 5

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерные вопросы к экзамену:

1. Принцип комплементарности и его использование в гибридизации нуклеиновых кислот.
2. Получение лекарственных препаратов при помощи биотехнологии.
3. Получение трансгенных растений: общие принципы, достижения и перспективы).
4. Виды мутаций ДНК и причины их возникновения.
5. Векторы молекулярного клонирования, их разнообразие и использование в генетической инженерии.
6. Структура и цикл развития вируса иммунодефицита человека.
7. Сайт-специфическая рекомбинация.
8. Апоптоз и теория канцерогенеза.
9. Химический синтез генов и геномов. Работы Х.-Г. Корана и К Вентера.
10. Мобильные диспергированные гены эукариот.

11. Получение пептидных гормонов (соматостатин, гормон роста) и интерферонов методами генетической инженерии.
12. Онкогены, онкобелки и возможные механизмы их действия.
13. Современные теории вирусного канцерогенеза.
14. Полимеразная цепная реакция, принцип метода.
15. Схема получения рекомбинантных ДНК и их клонирования в клетках бактерий.
16. Открытие явления обратной транскрипции и его значение для прогресса молекулярной биологии.
17. Синтез генов с использованием обратной транскриптазы.
18. Механизмы репарации ДНК. Прямая и эксцизионная репарация.
19. Молекулярные механизмы апоптоза. Взаимосвязь апоптоза с канцерогенезом.
20. Подвижные генетические элементы прокариот.
21. Молекулярные механизмы генетической рекомбинации.
22. Рестриктазы и их использование в генетической инженерии.
23. Плазмиды, их свойства и использование в генетической инженерии.
24. Ферменты и белковые факторы, участвующие в репликации ДНК.
25. Строение, функции и механизм действия ДНК-теломераз.
26. Механизм сплайсинга. Открытие рибозимов. Аутосплайсинг.
27. Разнообразие видов и структур РНК.
28. РНК как вероятный первичный в эволюции форм жизни биополимер (концепция «мир РНК»).
29. Транскриптоны и их строение. Опероны бактерий, механизмы их репрессии и дерепрессии.
30. Особенности транскрипции у эукариот. Разнообразие белков-регуляторов транскрипции у эукариот и их значение для функционирования промоторов, терминаторов, энхансеров, адапторных элементов и других контролирующих элементов эукариотических геномов.
31. Бесклеточные системы трансляции и перспективы их использования для внеклеточного синтеза белков. Репликазы и их применение в системах искусственного синтеза белка.
32. ДНК-зонды и их применение.
33. Активные формы кислорода, их возникновение и воздействие на структуру ДНК.
34. ДНК-содержащие вирусы и фаги. Особенности структуры геномов фагов фХ 174 и λ. Вирусы гепатита.
35. Наследственные заболевания и их диагностика.
36. Сателлитная ДНК.
37. Изучение молекулярной организации мембран (работы Ю. Овчинникова).
38. Структура геномов эукариот. Уникальные и повторяющиеся гены.
39. Структура хроматина и ее связь с функциональной активностью генома.
40. Регуляторные элементы генома эукариот.
41. Ферменты, используемые в генетической инженерии.
42. ДНК-связывающие домены в белках, их типы.
43. Энхансеры и регуляция транскрипции.
44. Методы определения первичной структуры ДНК.
45. Некодирующая ДНК. Роль в молекулярной эволюции.
46. Особенности структуры геномов и генов бактерий.
47. Особенности структуры генома человека.
48. Задачи геномики и протеомики.
49. Каталитически активные антитела (абзимы). Перспективы их применения.
50. Особенности структуры ДНК клеточных органелл.

Примерные темы рефератов

1. Геном вирусов. Молекулярные аспекты вирусных заболеваний человека: гепатиты В, С, грипп, СПИД
2. Особенности генома бактериофагов, позволяющие использовать их в качестве векторов молекулярного клонирования.
3. Особенности строения плазмид, их применение в качестве векторов молекулярного клонирования.
4. Подвижные генетические элементы эукариот и молекулярная эволюция.
5. Повторяющиеся последовательности генома эукариот.
6. Репарация ДНК и ее виды.
7. Транскрипция у эукариот и ее регуляция. Общая регуляция транскрипции на уровне хроматина.
8. Концепция «Мир РНК».
9. Индукция и механизмы апоптоза.
10. Определение нуклеотидных последовательностей ДНК.
11. Синтез ДНК и генетическая трансформация клеток бактерий.
12. Достижения и перспективы молекулярной биотехнологии.
13. Данные, опубликованные в 2005 – 2011 гг. по программе «Геном человека».
14. Геном клеточных органелл эукариот.
15. Обратная транскрипция и ее применение в генетической инженерии.
16. Теломерные повторы в ДНК, ДНК-теломераза.
17. Молекулярные аспекты канцерогенеза.
18. Некодирующие РНК.
19. Роль ферментов в детоксикации ксенобиотиков.
20. РНК-интерференция.
21. Причины и последствия прионизации белков.
22. Современные представления о структуре рибосом.

Примерные темы докладов

1. Механизмы запрограммированной гибели клеток
2. Молекулярные механизмы развития опухолей
3. Нехромосомная ДНК
4. Разнообразие РНК живых организмов
5. Геном человека
6. Секвенирование
7. Векторы молекулярного клонирования
8. Мобильные генетические элементы
9. Белки семейства цитохромы и их роль в организме

Примерные темы презентаций

1. Особенности строения ДНК митохондрий и хлоропластов.
2. История и методы молекулярной биологии
3. Достижения и перспективы генетической и клеточной инженерии
4. Ферменты свободного окисления и их роль в детоксикации ксенобиотиков
5. Работы А. Максама и У. Гилберта. Химический метод определения первичной структуры ДНК.
6. Работы Ф. Сенджера. Метод обрыва цепи.
7. Работы А.Н. Белозерского – основоположника молекулярной биологии в России
8. Работы А.С. Спирина в области структуры рибосом
9. Открытие структуры ДНК

Примерные темы лабораторных работ:

1. Получение белковых экстрактов из тканей животных

2. Определение концентрации белка по методу Лоури
3. Электрофоретическое разделение белков в ПААГ
 - 1) Приготовление гелей для электрофореза
 - 2) Проведение электрофореза в ПААГ
 - 3) Анализ электрофореграмм
4. Определение качеств препаратов ДНК и РНК
5. Гель-фильтрация белков
6. Определение молекулярных масс белков

Примерные вопросы для письменных и устных опросов:

1. Перечислите основные теоретические и практические задачи современной молекулярной биологии.
2. Какова роль отечественных ученых в изучении структуры нуклеиновых кислот и молекулярной организации вирусов и фагов?
3. Почему работы Дж. Уотсона и Ф. Крика расцениваются как революционные в современной биологии?
6. Перечислите основные физические методы, используемые в молекулярной биологии. Какие параметры структуры биополимеров и органелл клетки изучаются данными методами?
7. Как используется в молекулярной биологии культура клеток, гибридные клетки и бесклеточные системы?
9. Перечислите основные методы технологии получения рекомбинантных ДНК. Кем были разработаны принципы молекулярного клонирования?
10. Назовите основные ферменты, используемые в генетической инженерии и укажите реакции, которые они катализируют.
11. Какие типы рестриктаз вам известны и как они используются в генетической инженерии?
12. Что представляют собой плазмиды? Какие свойства плазмид используются в генетической инженерии?
13. На чем основан метод гибридизации нуклеиновых кислот? Что представляет собой ДНК-зонды?
14. Изобразите в виде схемы процесс получения генов с использованием обратной транскриптазы.
15. Что представляет собой полимеразная цепная реакция и каковы возможности ее практического использования?
16. Какие методы определения первичной структуры ДНК вам известны? В чем состоит принцип этих методов? Как получают библиотеки генов и библиотеки кДНК?
17. Каковы в настоящее время успехи в области изучения геномов прокариот и эукариот?
18. Изобразите схему получения гормона роста методами генетической инженерии.
19. В чем состоят основные отличия структуры геномов про- и эукариот?
20. Каковы особенности генетического кода митохондрий?
21. Какие ДНК-содержащие вирусы и фаги вам известны?
22. Какие виды подвижных генетических элементов вы знаете и каковы характерные особенности их строения?
23. Назовите известные вам виды регуляторных последовательностей эукариотических геномов.
24. Какие виды генетической рекомбинации вы знаете?
25. Каковы современные представления о структуре хроматина?
26. Перечислите известные виды повреждений структуры ДНК. Какие факторы способны вызывать мутации в ДНК?
27. Приведите схему строения оперонов бактерий и объясните функции их основных элементов

29. Что представляют собой аутосплайсинг и альтернативный сплайсинг?
30. Представьте в виде схемы цикл развития ВИЧ. К какой группе вирусов он относится? Каковы перспективы борьбы со СПИДом?
31. Каковы особенности структуры онкогенных вирусов? Приведите примеры онкогенов и онкобелков. Что вам известно о механизмах ракового перерождения клеток?
32. Что представляет собой апоптоз и каково его биологическое значение?
33. В связи с чем укорачиваются хромосомы эукариот при каждой последующей репликации?
34. Какие механизмы обеспечивают точность трансляции?
35. Как осуществляется транспорт белка через мембрану?
36. Какие ферменты принимают участие в нейтрализации активных форм кислорода?

Примерные варианты тестовых заданий

1. К методам молекулярной клинической диагностики относятся все, кроме:
 - 1) полимеразная цепная реакция
 - 2) гибридизация нуклеиновых кислот
 - 3) секвенирование ДНК
 - 4) рестрикционный анализ
 - 5) бактериологический посев
2. Какой естественный процесс существования клетки лежит в основе ПЦР:
 - 1) транскрипция
 - 2) трансляция
 - 3) репликация
 - 4) сплайсинг
3. Молекулярно-генетическими маркерами для внутривидового типирования микроорганизмов являются:
 - 1) специфические сайты для эндонуклеаз
 - 2) плазмиды
 - 3) специфические последовательности ДНК, тестируемые с помощью зондов
 - 4) повторяющиеся последовательности ДНК
 - 5) конформационные изменения однонитевой ДНК (SSCP)
 - 6) всё перечисленное
4. Основными инструментами для генетического конструирования являются:
 - 1) протеазы
 - 2) изомеразы
 - 3) рестриктазы
 - 4) трансферазы
5. При калибровке автоматических дозаторов масса одного миллилитра дистиллированной воды
 - 1) 1 г
 - 2) 1000 ± 5 мг
 - 3) зависит от метода дистилляции
 - 4) зависит от температуры
6. Прибор для проведения полимеразной цепной реакции и других термоциклических процессов называется:
 - 1) амплификатор;

- 2) вортекс;
 - 3) трансиллюминатор;
 - 4) центрифуга
7. Для точного измерения величины водородного показателя раствора используют:
- 1) спектрофотометр;
 - 2) рН-метр;
 - 3) пикнометр;
 - 4) флуориметр.
8. Процесс узнавания т-РНК своей аминокислоты называется
- 1) сплайсинг
 - 2) процессинг
 - 3) рекогниция
 - 4) трансляция
9. Механизм преобразования про-матричной рнк
- 1) вырезаются все интроны, а экзоны сшиваются
 - 2) вырезаются все экзоны, а интроны сшиваются
 - 3) экзоны меняются местами с интронами
 - 4) мРНК становится длиннее проматричной
10. Промотор - это
- 1) участок ДНК, регулирующий работу оперона
 - 2) участок ДНК, опознаваемый РНК-полимеразой
 - 3) участок ДНК, прекращающий движение РНК-полимеразы
 - 4) участок ДНК, отделяющий оператор от структурных генов
11. Подберите к каждой аминокислоте соответствующее свойство радикала.
- | | |
|--------|-------------------------------------|
| 1) Фен | А. Гидрофильный с анионной группой |
| 2) Цис | Б. Гидрофильный с катионной группой |
| 3) Сер | В. Гидрофобный |
| 4) Глу | |
| 5) Арг | |
12. Выберите один неправильный ответ.
Гидрофобные радикалы аминокислот чаще всего располагаются:
- 1) Внутри глобулярных цитозольных белков
 - 2) В местах контактов протомеров олигомерных белков
 - 3) На поверхности цитозольных белков
 - 4) На поверхности интегральных мембранных белков
 - 5) В активном центре белков
13. Выберите один неправильный ответ.
Шапероны:
- 1) Являются глобулярными белками
 - 2) Связываются с частично денатурированными белками
 - 3) Облегчают разрушение частично денатурированных белков
 - 4) Находятся во всех отделах клетки
 - 5) Их синтез усиливается при стрессовых воздействиях
14. Что общего между нативной и денатурированной рибонуклеазой:

- 1) Первичная структура
- 2) Конформация
- 3) Строение активного центра
- 4) Межрадикальные связи
- 5) Функция

15. Выберите один неправильный ответ.

Белки денатурируют в результате:

- 1) Действия протеолитических ферментов
- 2) Повышения температуры
- 3) Изменения pH
- 4) Действия солей тяжелых металлов
- 5) Воздействия мочевины

16. Пептид, лучше других растворимый в воде при pH 7,0:

- 1) Асп — Тре — Лиз
- 2) Асн — Мет — Фен
- 3) Про — Сер — Ала
- 4) Цис — Гли — Три
- 5) Лей — Про — Глн

17. Выполните «цепное» задание.

а) в формировании третичной структуры ДНК принимают участие:

- 1) ТАТА-фактор
- 2) Гистоны
- 3) SSB-белки

б) эти белки имеют суммарный заряд:

- 1) Положительный
- 2) Отрицательный
- 3) Нейтральный

в) заряд обусловлен присутствием в белке большого количества:

- 1) Глу, Асп
- 2) Лиз, Арг
- 3) Лей, Фен

г) эти белки входят в состав:

- 1) Рибосом
- 2) Нуклеосом
- 3) Репликативного комплекса

д) образование этих структур способствует:

- 1) Репликации
- 2) Компактизации ДНК
- 3) Повышению отрицательного заряда ДНК
- 4) Транскрипции

18. Установите соответствие.

- | | |
|--|-------------|
| 1. Фрагмент цепи ДНК | А. 5'-U-A |
| 2. Содержит пуриновый и пиримидиновый нуклеотиды | Б. 5'-dG-dT |

3. Фрагмент цепи РНК

В. Оба динуклеотида

4. Содержит остатки только пуриновых нуклеотидов

Г. Ни один из динуклеотидов

19. Выберите один правильный ответ.

ДНК-лигаза:

- 1) Не входит в состав репликативного комплекса
- 2) Синтезирует фрагменты цепей ДНК
- 3) «Сшивает» фрагменты Оказаки
- 4) Катализирует гидролиз 3',5'-фосфодиэфирной связи
- 5) Активируется ТАТА-фактором

20. Установите соответствие.

1) Пре-тРНК

А. Образуется в ядре

2) тРНК

Б. Синтезируется при участии SSB-белков

3) Обе

В. Содержит специфическую последовательность -ССА на 3'-конце

4) Ни одна

Г. Не содержит антикодонной петли

21. Выберите один неправильный ответ.

В ходе образования зрелой мРНК происходит:

- 1) Разрыв 3',5'-фосфодиэфирной связи в местах «вырезания» интронов
- 2) Взаимодействие пре-мРНК с мяРНК
- 3) Образование полиА-последовательности на 3'-конце мРНК
- 4) Присоединение к 5'-концу мРНК «кэпа»
- 5) Связывание мРНК с субъединицами рибосом

22. Выберите один неправильный ответ.

В процессе альтернативного сплайсинга:

- 1) Участвуют мяРНК
- 2) Осуществляется построение «кэпа» на 5'-конце
- 3) Происходит гидролиз 3',5'-фосфодиэфирной связи на границе экзон-интрон
- 4) мяРНК «сшивают» экзоны
- 5) Образуются «зрелые» мРНК с разной первичной структурой

23. В β -цепи одного из вариантов гемоглобина отсутствуют аминокислоты с 92-й по 94-ю.

Это является результатом:

- 1) Альтернативного сплайсинга пре-мРНК гемоглобина
- 2) Делеции 3 нуклеотидов в гене β -цепи гемоглобина
- 3) Делеции со сдвигом рамки считывания
- 4) Образования мРНК гемоглобина, укороченной на 9 нуклеотидов
- 5) Образования терминирующего кодона в положении 93 мРНК гемоглобина

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Программа освоения дисциплины предусматривает опрос, подготовку доклада и презентации, реферата, выполнение лабораторных работ, тестирование. Требования к оформлению и выполнению всех предусмотренных в рабочей программе дисциплин форм отчетности и критериев оценивания отражены в методических рекомендациях.

Особенность лабораторных работ по дисциплине заключается в работе с раздаточным

материалом, коллекционным материалом, демонстрации презентаций, чтении докладов и рефератов, дискуссионному обсуждению актуальных вопросов. Благодаря такому подходу, осуществляется закрепление теоретического материала, расширяется научный кругозор и уровень знаний студентов. На лабораторных занятиях преподаватель ориентирует студентов на самостоятельность при подготовке и выполнении ими лабораторных работ. Студентам заблаговременно сообщаются содержание и задачи предстоящей работы. Перед началом работ проводится предварительная беседа по изучаемому материалу, к которой обучающиеся готовятся, используя основную и рекомендуемую учебную и научную литературу, Интернет-ресурсы.

При подготовке к лабораторным работам нужно прорабатывать каждый изучаемый вопрос, исходя из теоретических положений курса.

Доклад – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Доклад делается в устной форме. Объем доклада – не более 5 листов формата А4, размер кегля – 14, интервал между строками – 1,5.

Для устного доклада важным является соблюдение регламента (5-7 минут). Кроме того, доклад должен хорошо восприниматься на слух и не должен содержать слишком длинных предложений, сложных фраз и т. п.

Презентация – представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов и спецэффектов, подготовленных в выбранной программе. Текстовый материал должен быть написан достаточно крупным кеглем (не менее 24 размера); на одном слайде следует размещать не более 2 объектов и не более 5 тезисных положений; цвет на всех слайдах одной презентации должен быть одинаковым. Количество слайдов – 15-20.

Реферат – продукт самостоятельной работы, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемого вопроса, приводит различные точки зрения, а также собственное понимание проблемы.

Максимальное количество баллов по дисциплине – 100 баллов. Максимальное количество баллов, которое может набрать студент в течение семестра за различные виды работ – 60 баллов. Максимальная сумма баллов, которые студент может получить на экзамене – 40 баллов.

Максимальная сумма баллов за устные ответы на практических занятиях – 10 (5 ответов по 2 балла за каждый опрос), за выполнение лабораторной работы – 12 (6 лабораторных работ по 2 балла), за выступление с докладом – 9 баллов (по 3 балла за доклад), с презентацией – 6 балла (по 3 балла за презентацию), за выполнение теста – 5 баллов, за выполнение реферата – 18 баллов (по 9 баллов за реферат).

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Экзамен проводится по вопросам. Максимальное число баллов, которые выставляются студенту по итогам экзамена, равняется 40 баллам. На экзамене студенты должны давать развернутые ответы на теоретические вопросы, проявляя умение делать самостоятельные обобщения и выводы, приводя достаточное количество примеров.

Шкала оценивания ответов на экзамене

Критерий оценивания	Баллы
Полно раскрыто содержание материала в объеме программы; четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений и опытов; ответ самостоятельный, использованы	31-40

ранее приобретенные знания.	
Раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях из наблюдений и опытов.	21-30
Усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений и опытов или допущены ошибки при их изложении; допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий.	11-20
Основное содержание вопроса не раскрыто; не даны ответы на вспомогательные вопросы; допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.	0-10

Максимальное количество баллов – 40

Итоговая оценка знаний студентов по изучаемой дисциплине составляет 100 баллов, которые конвертируется в «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» (промежуточная форма контроля – экзамен).

81–100 баллов	«отлично»
61–80 баллов	«хорошо»
41–60 баллов	«удовлетворительно»
21- 40	«неудовлетворительно»
0-20	Не аттестован

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература:

1. Баженова, И.А. Основы молекулярной биологии : теория и практика: учеб. пособие / И. А. Баженова, Т. А. Кузнецова. - СПб.: Лань, 2018. - 140с. – Текст: непосредственный.
2. Коничев, А. С. Молекулярная биология : учебник для вузов / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова, И. Л. Цветков. — 5-е изд. — Москва : Юрайт, 2021. — 422 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/459165>
3. Молекулярная биология. Практикум : учебное пособие для вузов / под ред. А. С. Коничева. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2021. — 169 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/475012>

6.2. Дополнительная литература:

1. Биология в 2 ч.: учебник для вузов / под ред. В. Н. Ярыгина, И. Н. Волкова. — 7-е изд. — Москва : Юрайт, 2021. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/470631>
<https://urait.ru/bcode/470632>
2. Ершов, Ю. А. Биохимия : учебник и практикум для вузов / Ю. А. Ершов, Н. И. Зайцева. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2021. — 323 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/469840>

3. Колесников, Е. Ю. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности : учебник и практикум для вузов / Е. Ю. Колесников, Т. М. Колесникова. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2021. — 469 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/468928>
4. Комов, В. П. Биохимия : учебник для вузов / В. П. Комов, В. Н. Шведова. — 4-е изд. — Москва : Юрайт, 2021. — 684 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/477904>
5. Спирин, А. С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка : учебное пособие / Спирин А. С. - Москва : Лаборатория знаний, 2019. - 594 с. - ISBN 978-5-00101-623-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001016236.html>
6. Прошкина, Е. Н. Молекулярная биология: стресс-реакции клетки : учебное пособие для вузов / Е. Н. Прошкина, И. Н. Юранева, А. А. Москалев. — Москва : Юрайт, 2021. — 101 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/473783>
7. Якупов, Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. - СПб. : Лань, 2019. - 160с. — Текст: непосредственный.
- 8.

6.3.Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/welcome.html> – электронная библиотека учебных материалов по химии
- <http://www.genom.gov> – Национальный исследовательский институт генома человека – новейшая информация по исследованию генома человека
- <https://ido.tsu.ru> – виртуальный лабораторный практикум: справочник
- <http://www.evolbiol.ru> – информационно-образовательный портал
- <https://www.booksite.ru> – учебник по биологической химии
- <http://elementy.ru/catalog/t51/Biokhimiya> - базы данных по биологической химии
- <http://humbio.ru> – базы данных по биологии человека
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> – банк данных по первичным структурам нуклеиновых кислот
- <https://www.embl.de/> – базы учебных и научных материалов по биологической химии
- <https://www.ddbj.nig.ac.jp/> – база данных по исследованиям в области биологической химии
- <http://erop.inbi.ras.ru/> – база данных по природным олигопептидам
- http://genefunction.ru/public_results – электронная система аннотации бактериальных генов
- <https://toukach.ru/rus/csdb.htm> – база данных по структурам природных углеводов
- <http://www.uniprot.org/> – база данных о белках и их функциях
- <http://www-nbrf.georgetown.edu/> – база данных по первичным последовательностям и пространственной структуре белков

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по подготовке и проведению практических и , лабораторных работ для направления подготовки 06.03.01 – Биология, профиль «Биоэкология», «Биомедицинские технологии», квалификация (степень) выпускника бакалавр [Текст]. — М., 2021.
2. Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ, предусмотренных в рамках направления подготовки 06.03.01 – Биология, профиль «Биоэкология», «Биомедицинские технологии», квалификация (степень)

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows
Microsoft Office
Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ
Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru
pravo.gov.ru
www.edu.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием;
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями;
- лаборатория, оснащенная оборудованием: персональными компьютерами с подключением к сети Интернет, наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями. Оборудование: Фотометр пламенный, Спектрофотометр, ИК-спектрометр, Рефрактометр, Спектрофлуориметр, Поляриметр. К лабораторным столам подведен природный газ, водопровод, электричество; имеются вытяжные шкафы для работы с токсичными и дурно пахнущими веществами. Для проведения экспериментальной работы используются приборы: Весы электронные, Вольтметр, Вытяжной шкаф, Источник питания постоянного тока, Кондуктометр, Магнитная мешалка, Муфельная печь, Прибор для определения температуры плавления, pH-метр, Сушильный шкаф. Посуда общего назначения: пробирки, стаканы, колбы плоско- и круглодонные, воронки химические, капельные, делительные. Фарфоровая посуда: тигли, выпарительные чашки, ступки, пестики. Мерная посуда: цилиндры, мерные колбы, пипетки разного объема, бюретки.