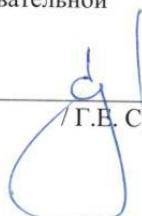


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa79172803da5b7b559fc69e2

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:

Биоэкология

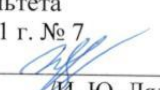
Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

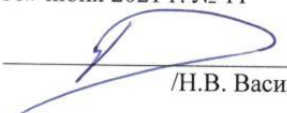
Согласовано учебно-методической комиссией
биолого-химического факультета
Протокол от «17» июня 2021 г. № 7
Председатель УМКом


/ 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 06.04.01 Биология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ № 920 от 07.08.2020

Дисциплина входит в обязательную часть блока 1 «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	6
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	22
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	23
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	23
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	24

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

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин «Органическая химия» и «Биологическая химия с основами молекулярной биологии» на предыдущих этапах образования.

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 «Экология популяций и сообществ», «Популяционная генетика», «Теория эволюции» и др., а также прохождения производственной практики.

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Кол-во часов
Объем дисциплины в зачетных единицах	2
Объем дисциплины в часах	72
Контактная работа:	42,3
Лекции	10
Лабораторные занятия	30
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	2,3
Предэкзаменационная консультация	2
Экзамен	0,3
Самостоятельная работа	20
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. Методы молекулярной биологии.	-	1
Раздел II. Структура геномов.		
Тема 1. Структура геномов вирусов и фагов.	1	2
Тема 2. Структура геномов бактерий.	1	3
Тема 3. Структура геномов эукариот.	1	3
Раздел III. Подвижные гены, рекомбинация и эволюция геномов.		
Тема 1. Молекулярные основы генетической рекомбинации.	1	3
Тема 2. Подвижные генетические элементы и эволюция.	1	3
Раздел IV. Повреждения и репарация ДНК. Апоптоз.		
Тема 1. Причины и виды повреждений ДНК. Мутагены и раковое перерождение клеток.	1	3
Тема 2. Виды репарации ДНК. Ферменты репарации.	1	3
Тема 3. Молекулярные механизмы апоптоза.	1	3
Раздел V. Современные методы и задачи генетической инженерии, геномики и протеомики		

Тема 1. Методы геномики и генетической инженерии. Методы и задачи протеомики.	1	3
Тема 2. Достижения и перспективы генетической инженерии, геномики и протеомики.	1	3
Итого	10	30

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	4	Работа с учебной литературой и ресурсам и сети «Интернет»	Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы	Доклад, презентация, опрос
Раздел II. Структура геномов	Структура геномов вирусов, бактерий и эукариот	4	Работа с учебной литературой и ресурсам и сети «Интернет»	Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы	реферат, опрос, тест
Раздел III. Подвижные гены, рекомбинация и эволюция геномов	Молекулярные основы генетической рекомбинации. Подвижные генетические элементы и эволюция	4	Работа с учебной литературой и ресурсам и сети «Интернет»	Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы	Доклад, опрос, презентация
Раздел IV. Повреждения и репарация ДНК. Апоптоз.	Причины и виды повреждений ДНК. Виды репарации ДНК. Молекулярные	4	Работа с учебной литературой и	Рекомендуемая литература Интернет-	реферат опрос

	механизмы апоптоза		ресурсам и сети «Интерне т»	ресурсы	
Раздел V. Методы и задачи генетической инженерии, геномики и протеомики	Методы геномики и генетической инженерии. Достижения и перспективы генетической инженерии, геномики и протеомики	4	Работа с учебной литератур ой и ресурсам и сети «Интерне т»	Рекоменду емая литература Интернет- ресурсы	Доклад, опрос
Итого		20			

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 ОПК-3.1 Демонстрирует знания молекулярной биологии, генетики, основ эволюционной теории и анализирует современные направления исследования эволюционных процессов и биологии развития ОПК-3.2 Использует в профессиональной деятельности современные представления о проявлении наследственности и изменчивости на всех уровнях организации живого, имеет современные представления о механизмах роста, морфогенезе и цитодифференциации, о причинах аномалий развития ОПК-3.3 Применяет основные методы генетического и молекулярного анализа, методы получения эмбрионального материала, воспроизведения живых организмов в лабораторных и производственных условиях	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	Пороговые	1. Работа на	<i>Знать:</i>	Текущий	Шкала

	й	учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	- 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	контроль усвоения знаний: опрос, лабораторный журнал, контрольное задание, тестирование.	оценивание опроса Шкала оценивания тестирования Шкала оценивания доклада Шкала оценивания выполнения лабораторной работы Шкала оценивания презентации
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная 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, презентация.	Шкала оценивания опроса Шкала оценивания доклада Шкала оценивания выполнения лабораторной работы Шкала оценивания презентации Шкала оценивания реферата Шкала

					оценива ния тестиро вания
--	--	--	--	--	------------------------------------

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 должном уровне); демонстрирует удовлетворительное знание терминологии дисциплины	1
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, магистрант 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 материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения	8-9
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»	4
30-50%	«удовлетворительно»	2-3
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 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 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 φX 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. Эnhансеры 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 и растений
2. Определение концентрации белка по методу Лоури и Брэдфорд
3. Диализ белков
4. Электрофоретическое разделение белков в ПААГ
 - 1) Приготовление гелей для электрофореза
 - 2) Проведение электрофореза в ПААГ
 - 3) Анализ электрофореграмм
5. Полимеразная цепная реакция
 - 1) Выделение ДНК
 - 2) Амплификация выделенных фрагментов ДНК
 - 3) Визуализация продуктов амплификации и анализ электрофореграмм
6. Гель-фильтрация белков. Определение молекулярных масс белков

Примерные варианты тестовых заданий

Тест 1.

1. Выберите правильные ответы:

Геном ВИЧ

А. ДНК-содержащий

Б. РНК-содержащий

В. реплицируется по типу

РНК → РНК

Г. реплицируется по типу

ДНК → ДНК

Д. реплицируется по типу

РНК → ДНК → РНК

2. Установите соответствие:

Последовательности ДНК

Группы последовательностей, к которым
они относятся

1. гены тРНК

А. уникальные

2. гены ферментов

Б. высоко повторяющиеся

3. подвижные гены

В. умеренно повторяющиеся

Г. единичные

3. Мозаичное строение генов подразумевает наличие в их составе кодирующих участков, которые называются _____, и не кодирующих участков, которые называются _____

_____.

4. Выберите одно неправильное утверждение. Геном митохондрий:

- А. содержит редуцированный по сравнению с ядерным геномом набор генов
- Б. представлен кольцевыми молекулами ДНК
- В. кодирует все белки митохондрий
- Г. содержит гены всех тРНК

5. Выберите правильные пары комплементарных азотистых оснований:

- 1. А – Г 4. А – У
- 2. А – Т 5. Г – У
- 3. Г – Ц

6. Дезоксирибоза отличается от рибозы отсутствием гидроксила:

- А. в 1 положении Г. в 4 положении
- Б. во 2 положении Д. в 5 положении
- В. в 3 положении

7. Установите соответствие.

Вид РНК:	Функция в клетке:
1. мРНК	А. участвует в сплайсинге других видов РНК
2. мяРНК	Б. Служит матрицей для биосинтеза белка
3. рРНК	В. Участвует в регуляции трансляции у бактерий
4. мцРНК	Г. Переносит аминокислотные остатки к рибосомам
5. тмРНК	Д. Участвует в построении рибосом
6. тРНК	Е. Участвует в регуляции транспорта белков через внутриклеточные мембраны

8. Выполните цепное задание:

1. В процессе репарации ДНК поврежденные азотистые основания распознаются и отщепляются от дезоксирибозы ферментами, называемыми:

- А. экзонуклеазы Б. эндонуклеазы В. ДНК-Н-гликозилазы

2. Нехватка оснований, обычно соединенного с дезоксирибозой, быстро распознается ферментом, который разрезает фосфодиэфирный остов цепи ДНК в соответствующем участке; этот фермент называется:

- А. фосфодиэстераза Б. АР-ДНКазы В. рестриктаза

3. Вслед за этим происходит выщепление части нуклеотидов из репарируемой цепи ДНК нуклеазами и последующий ресинтез удаленного участка ферментом, который называется:

- А. ДНК-инсертаза Б. ДНК-полимераза В. полинуклеотидфосфорилаза.

9. В обеспечении гомологической рекомбинации у кишечной палочки участвуют следующие белки:

- А. нуклеаза RecB,C,D В. RecA
- Б. рестриктазы Д. SSB Г. ДНК-полимераза III

10. Выберите один неправильный ответ:

В формировании четвертичной структуры белков принимают участие:

- А. водородные связи В. ковалентные связи

Б. ионные взаимодействия

Г. гидрофобные взаимодействия

11. Установите соответствие:

Этапы трансляции у бактерий:

1. Инициация
2. Элонгация
3. Терминация

Белковые факторы:

- А. RF1, RF2, RF3
- Б. IF1, IF2, IF3
- В. EF-Tu, EF-Ts, EF-G
- Г. RecA, RecBCD

12. В качестве доноров структурных единиц в синтезе нуклеиновых кислот участвуют:

- А. нуклеозидмонофосфаты
- Б. динуклеотиды
- В. нуклеозидтрифосфаты
- Г. нуклеозиддифосфаты

13. Участок ДНК, с которого начинается репликация называется:

- А. промотор
- Б. оператор
- В. линкерная последовательность
- Г. ориджин

14. Для того, что бы начать транскрипцию РНК- полимеразы связывается с участком транскриптона, называемым _____.

15. Выберите правильный ответ:

Последовательность ДНК, не входящая в состав транскриптона, но служащая для усиления транскрипции у эукариот называется:

- А. оператор
- Б. энхансер
- В. сайленсер
- Г. промотор

16. Выберите правильные ответы:

Процессинг мРНК включает:

- А. кэпирование
- Б. полиаденилирование
- В. поли(АДФ)-рибозилирование
- Г. Сплайсинг

17. Активные молекулы каспаз, возникающие из прокаспаз, представляют собой:

- А. мономеры
- Б. димеры
- В. тримеры
- Г. тетрамеры

18. Выберите один неправильный ответ:

В регуляции клеточного цикла принимают участие белки:

- А. циклины
- Б. гистоны
- В. p-21
- Г. p-53

19. _____ - ген, экспрессия которого приводит к неконтролируемой пролиферации, а также опухолевой трансформации клеток.

20. С целью амплифицирования фрагменты эукариотической ДНК могут быть встроены в специально подготовленные бактериальные плазмиды или вирусы, называемые _____.

21. Установите соответствие:

Прием (метод) генетической инженерии:

- синтез кДНК
- расщепление ДНК на фрагменты
- амплификация фрагментов ДНК *in vitro*
- определение нуклеотидных

Фермент

- А. рестриказа
- Б. обратная транскриптаза
- В. ДНК-полимераза
- Г. Taq-полимераза

последовательностей энзиматическим
методом
соединение различных фрагментов ДНК
(генов) в составе вектора

Д. ДНК-лигаза

Е. РНК-полимераза

Тест 2.

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 неправильный ответ.

Молекула мРНК:

- 1) Построена из нуклеозидмонофосфатов

- 2) Имеет поли-А-последовательность на 3'-конце
- 3) Содержит равное количество уридиловых и адениловых нуклеотидов
- 4) На 5'-конце имеет «кэп»
- 5) Образует спирализованные участки

20. 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

21. 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 |

22. Выберите один правильный ответ.

Пре-мРНК:

- 1) Представляет собой полный транскрипт гена
- 2) Последовательность триплетов, кодирующих первичную структуру белка
- 3) На 5'-конце имеет поли-А-последовательность
- 4) Связывается с рибосомой в области колпачка
- 5) Выходит из ядра в цитоплазму

23. 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 мяРНП
- 3) Образование полиА-последовательности на 3'-конце мРНК
- 4) Присоединение к 5'-концу мРНК «кэпа»
- 5) Связывание мРНК с субъединицами рибосом

24. Выберите один неправильный ответ.

В процессе альтернативного сплайсинга:

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

25. Энхансер представляет собой:

- 1) Участок ДНК, который может связываться с регуляторным белком и стимулировать транскрипцию
- 2) ДНК-связывающий регуляторный белок
- 3) Не транскрибируемый 5'-концевой участок РНК
- 4) Транскрипционный фактор, связывающийся с РНК-полимеразой
- 5) Ген, кодирующий строение белка, регулирующего транскрипцию

26. 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.

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 2 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 ранее приобретенные знания.	31-40
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,	11-20

определении понятий.	
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 шкала по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине выставляется преподавателем с учетом набранных баллов в процессе освоения дисциплины, а также баллов набранных на промежуточной аттестации.

Уровни оценивания	Баллы
оценка «отлично»	81-100
оценка «хорошо»	61-80
оценка «удовлетворительно»	41-60
оценка «неудовлетворительно»	0-40

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.

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», 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», квалификация (степень) выпускника бакалавр [Текст]. — М., 2021.

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

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

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, Спектрофлюориметр, 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.