

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт фундаментальной медицины и биологии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ
проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Основы молекулярно-биологического анализа

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Микробиология и вирусология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Яруллина Д.Р. (кафедра микробиологии, Центр биологии и педагогического образования), kasfes@gmail.com

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-4	способностью самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачу и выполнять полевые, лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, нести ответственность за качество работ и научную достоверность результатов
ОПК-7	готовностью творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач
ПК-1	способностью творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры
ПК-2	способностью планировать и реализовывать профессиональные мероприятия (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры)

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

теоретические основы практической работы с нуклеиновыми кислотами и белками;

Должен уметь:

выбирать метод, адекватный поставленным задачам по изучению структуры и функций нуклеиновых кислот, из арсенала современных молекулярно-биологических методов;

Должен владеть:

методологическими основами современной молекулярной биологии;

Должен демонстрировать способность и готовность:

к применению методов молекулярной биологии и генетической инженерии в клинической практике и научно-исследовательской работе.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.7 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 "Биология (Микробиология и вирусология)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 30 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 20 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 42 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Физико-химические свойства белков. Методы их выделения, очистки и анализа	2	4	0	0	0
2.	Тема 2. Хроматография	2	0	4	0	8
3.	Тема 3. Свойства нуклеиновых кислот	2	2	0	0	
4.	Тема 4. Методы выделения нуклеиновых кислот из клеток	2	0	2	0	4
5.	Тема 5. Методы амплификации нуклеиновых кислот	2	2	0	0	
6.	Тема 6. Модификации ПЦР	2	0	2	0	4
7.	Тема 7. Лигазная цепная реакция (ЛЦР, LCR), метод транскрипционной амплификации (ТА, TAS)	2	0	2	0	4
8.	Тема 8. Детекция продуктов амплификации	2	0	2	0	4
9.	Тема 9. Методы идентификации определенных участков ДНК	2	0	2	0	4
10.	Тема 10. Методы направленного мутагенеза	2	0	2	0	4
11.	Тема 11. Секвенирование нуклеиновых кислот	2	2	0	0	
12.	Тема 12. Анализ генома, картирование	2	0	4	0	10
	Итого		10	20	0	42

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Физико-химические свойства белков. Методы их выделения, очистки и анализа

Физико-химические свойства белков: форма, молекулярная масса, изоэлектрическая точка, растворимость.

Методы выделения и очистки белков.

Методы разрушения тканей для выделения белков. Механические, химические и ферментативные способы дезинтеграции биологических материалов. Гомогенизаторы Уоринга и другие ножевые гомогенизаторы при разрушении животных и растительных тканей. Гомогенизатор Поттера. Метод разрушения клеток при помощи стеклянных, металлических или пластмассовых шариков. Шаровые мельницы. Метод замораживания и оттаивания ткани. Разрушение клеток при помощи ультразвуковых дезинтеграторов. Ферментативные и химические методы разрушения клеток.

Фракционирование биологических макромолекул при помощи сульфата аммония, спирта, ацетона, низкоскоростного центрифугирования.

Ультрацентрифугирование. Разделение биополимеров при помощи ультрацентрифуги. Физические принципы, лежащие в основе метода ультрацентрифугирования. Устройство и скоростные параметры ультрацентрифуги. Типы ультрацентрифугирования.

Микро- и ультрафильтрация, как метод концентрирования, разделения и очистки широкого спектра биологических и химических макромолекул. Типы фильтров. Устройство приборов для ультрафильтрации.

Хроматография. Фракционирование макромолекул при помощи хроматографии. Хроматография как двухфазная система. Роль подвижной и неподвижной фазы. Динамическое равновесие при хроматографическом процессе. Количественные характеристики хроматографического процесса. Устройство хроматографических систем низкого и высокого давления.

Электрофорез. Общие принципы метода, среда для проведения электрофореза, состав и типы гелей. Принципиальная схема прибора для проведения электрофореза. Физико-химические свойства макромолекул, влияющие на их разделение при электрофорезе. Электрофорез в нативных и денатурирующих условиях. Типы приборов для электрофореза белков. SDS-электрофорез белков в ПААГ. Концентрирующие и разделяющие гели. Применение градиентных и неградиентных разделяющих гелей. Детекция белков. Красители. Определение молекулярной массы белков.

Вестерн-блот, как метод высокоспецифической детекции белков, способы иммунохимической и фото- проявки результатов.

Изоэлектрофокусирование (ИЭФ). Принципы метода. Создание градиента pH. Амфолины и иммобилины. Параметры макромолекул, влияющие на разделение методом ИЭФ. Среда для проведения ИЭФ. Эндоосмос в агарозе. Кривые титрования макромолекул, полученные методом ИЭФ. Их физический смысл и применение. Приборы для ИЭФ. Препаративное и аналитическое изоэлектрофокусирование. Двумерный электрофорез. Задачи, решаемые методом двумерного электрофореза.

Иммуноэлектрофорез. Твердофазный иммуноферментный анализ (ИФА). ИФА как метод детекции биологических макромолекул. Иммуноферментные конъюгаты. Ферменты и цветные реакции, применяемые для ИФА. Прямой и конкурентный ИФА. Применение ИФА для медицинско-диагностических целей.

Тема 2. Хроматография

Гель-фильтрационная хроматография. Хроматографическое фракционирование макромолекул по размеру. Определение молекулярных масс белков методом гель-фильтрационной хроматографии.

Адсорбционная хроматография. Типы физических взаимодействий, участвующие в процессе сорбции: дипольные взаимодействия, Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия, водородные связи, ионные связи.

Распределительная жидкостная колоночная хроматография. Разделение веществ по разнице в их растворимостях. Состав фаз при нормальнофазовой (НФХ) и обратнотазовой (ХОФ) распределительных хроматографиях. Неподвижная жидкая фаза. Способы ее создания. Механизм регулирования хроматографического процесса при распределительной хроматографии.

Гидрофобная хроматография. Разделение биологических макромолекул в результате различий в уровнях их гидрофобных взаимодействий с гидрофобными группами матрикса сорбента. Механизмы регулирования процессов сорбции и десорбции. Сорбенты для гидрофобной хроматографии.

Ионообменная хроматография. Механизм сорбции. Ионогенные группы. Контрионы. Кривые титрования сильных и слабых ионообменников. Изоэлектрическая точка макромолекул. Выбор ионообменника. Ион-парная хроматография.

Хроматофокусирование ? хроматографический метод разделения белков на основании различий в значениях pI. Особенности сорбентов для хроматофокусирования. Молекулярный механизм эффекта ?фокусирования? при хроматофокусировании.

Аффинная хроматография. Адсорбция вещества на колонке за счет биоспецифического взаимодействия. Типы биоспецифических взаимодействий. Химические методы иммобилизации аффинных лигандов. Матрицы сорбентов для аффинной хроматографии. Управление процессами сорбции ? десорбции при аффинной хроматографии.

Тонкослойная хроматография (ТСХ). Принципы метода. Экспресс-разделение биологических макромолекул. Оборудование и приборы для ТСХ.

Контрольная работа по пройденному материалу.

Тема 3. Свойства нуклеиновых кислот

Физические и химические свойства ДНК и РНК. Методы модификации нуклеиновых кислот, щелочной и кислотный гидролиз. Ферменты, используемые для работы с нуклеиновыми кислотами. Ферменты рестрикции и модификации нуклеиновых кислот. Субстратная специфичность по отношению к природным и модифицированным нуклеиновым кислотам. Рестриктазы - основной инструмент генной инженерии. Области практического использования молекулярно-биологических методов. Возможности методов. История развития этой области исследований. Основные направления ДНК-диагностики.

Тема 4. Методы выделения нуклеиновых кислот из клеток

Пробоподготовка. Основные приемы очистки нуклеиновых кислот. Современные методы для выделения ДНК (РНК) из клеток. Метод выделения ДНК одношаговый (РНК) с использованием ?Tri reagent?. Метод выделения ДНК (РНК) путем термического лизиса в присутствии сорбента. Метод выделения ДНК (РНК) с помощью фенольно-спиртовой депротенизации. Выделение ДНК (РНК) путем гуанидинтиоцианат-фенол-хлороформной экстракции. Однопробирочный метод выделения ДНК (РНК) ? (лизирующий раствор, изопропанол, буфер). Метод экстракции ДНК с использованием набора ?DIAtom™ DNA Prep?. Метод выделения ДНК с применением набора ?ExtraGene? DNA Prep?. Метод сорбции на силикагеле. Метод выделения ДНК (РНК) на колонках со специальными фильтрами. Подготовка материала к амплификации по методу минипулов и концентрирование материала. Аппаратное обеспечение. Риболайзеры.

Тема 5. Методы амплификации нуклеиновых кислот

Общая характеристика методов амплификации нуклеиновых кислот. Подходы к классификации методов амплификации. Принципы технологии амплификации, ее этапы. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Сущность метода. Необходимые реактивы (компоненты реакционной смеси) и оборудование. Праймеры. Taq-ДНК-полимераза. Амплификатор (термо-циклер). Цикл амплификации, характеристика его этапов.

Тема 6. Модификации ПЦР

ПЦР с обратной транскрипцией (Reverse Transcription PCR, RT-PCR), Touchdown (Stepdown) ПЦР, ?Вложенная? ПЦР (Nested PCR), ?Инвертированная? ПЦР (Inverse PCR), Асимметричная ПЦР (Asymmetric PCR), Лонг-ПЦР (Long-PCR). LiPA-ПЦР. ПЦР in situ (PRIMS), мультиплексная ПЦР (multi-PCR). Количественная ПЦР в реальном времени (Quantitative real-time PCR). Принцип метода, его возможности, история применения. Отличия от классической ПЦР. Модификации ПЦР в реальном времени.

Тема 7. Лигазная цепная реакция (ЛЦР, LCR), метод транскрипционной амплификации (ТА, TAS)

Лигазная цепная реакция (ЛЦР, LCR). Принцип метода, его возможности, история открытия. Модификации ЛЦР. Лигазная цепная реакция с заполнением брешы. Мультиплексная ЛЦР (multi-LCR).

Метод транскрипционной амплификации (ТА, TAS). Принцип метода, его возможности, история открытия. Самопроизвольная репликация последовательностей (3SR). Метод NASBA. Амплификация с вытеснением цепи (ABЦ, SDA). Метод с использованием QB-репликазы.

Тема 8. Детекция продуктов амплификации

Детекция продуктов амплификации методом гель-электрофореза. Принципиальные отличия электрофореза нуклеиновых кислот от электрофореза белков. Применение агарозного геля и ПААГ при электрофорезе нуклеиновых кислот. Методы выделения плазмид и рестрикционных фрагментов нуклеиновых кислот из агарозного геля. Детекция продуктов амплификации гибридизационно-ферментативным методом с измерением интенсивности окраски образовавшегося продукта колориметрическим, флуоресцентным или хемилюминесцентными методами. Метод лантаноидного иммунофлуоресцентного анализа. Детекция продуктов амплификации методом конъюгации с моноклональными антителами с выявлением количества ампликонов.

Тема 9. Методы идентификации определенных участков ДНК

Гибридизационный анализ. Гомологичная гибридизация в растворе и гетерогенная гибридизация на твердом носителе. Метод ?сэндвич?-гибридизации. Метод блот-гибридизации по Э. Саузерну. Метод нозерн-блот-гибридизации (Northern-blot). Метод гибридизации in situ (FISH). Метод разветвленной ДНК (branch-DNA).

Тема 10. Методы направленного мутагенеза

История метода. Основной принцип направленного мутагенеза. Мутагенез по Кункелю. Кассетный мутагенез. Получение делеций и вставок. Мутагенез с использованием олигонуклеотидов. ПЦР с перекрывающимися праймерами. Мегапраймеры в направленном мутагенезе. Методы введения случайных мутаций. Химический мутагенез. Области использования сайт-специфического мутагенеза. Введение точковых мутаций в геном с помощью технологии CRISPR-Cas9.

Тема 11. Секвенирование нуклеиновых кислот

Принципы методов секвенирования нуклеиновых кислот. Пиросеквенирование (секвенирование путем синтеза), Метод Сэнджера, метод Максама-Гильберта (химический метод). Принцип работы устройств для секвенирования ДНК. Высокопроизводительное 454 пиросеквенирование ДНК. NGS (Next-Generation Sequencing) - методы секвенирования нового поколения. Секвенаторы NGS - производительность, преимущества и недостатки.

Тема 12. Анализ генома, картирование

Пульс-электрофорез: теория метода, инструментальный арсенал и области применения. Другие методы работы с большими молекулами. Рестрикционное картирование. Прыжки по хромосоме. Область применения метода. Стандартные библиотеки ?прыжков?. Типы ?прыжков. Принцип создания стандартных библиотек. Получение ДНК-фрагментов желаемого размера. Специфические библиотеки ?прыжков?. Библиотеки клонов-связок.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

База данных US National Library of Medicine National Institutes of Health - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

БД Sciencedirect, Elsevier TM - www.sciencedirect.com

Биохимия: Учеб. для вузов, Под ред. Е.С. Северина., 2003. 779 с. -

http://www.biochemistry.ru/biohimija_severina/B5873Content.html

Колтовая Н.А. Практикум по молекулярной биологии [Электронный ресурс] -

http://lrb.jinr.ru/kafedra/html/for_students/files/Koltovaya_praktikum.pdf

Перечень интернет-ресурсов по молекулярной биологии - <http://www.biochemweb.org/methods.shtml>

Протоколы на англ. языке - www.protocol-online.org

Протоколы на сайте molbiol - <http://molbiol.ru/protocol/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Планирование времени необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала. В рамках лекционных занятий преподавателем осуществляется постановка проблемы и рассмотрение её основных вопросов. Информация, изложенная преподавателем во время лекций, не является всеобъемлющей и требует дополнительного расширения в ходе семинарских и самостоятельных занятий. Во время лекции обучающимся рекомендуется вести конспект, достаточный для дальнейшего воспроизведения и обоснования последующих тем. После каждой лекции обучающемуся следует внимательно прочитать и разобрать конспект, при этом: - Понять и запомнить все новые определения. - Понять все биологические определения и лежащие в их основе биологические явления; воспроизвести все выкладки самостоятельно, не глядя в конспект. - Выполнить или доделать выкладки, которые лектор предписал сделать самостоятельно (если таковые имеются). - Если лектор предписал разобрать часть материала более подробно самостоятельно по доступным письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать. - При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих сокурсников. Также можно обратиться за помощью к лектору. Для этого можно лично подойти к преподавателю, либо написать ему электронное письмо, сформулировав в нём возникающие вопросы. К письму можно прикрепить какие-либо электронные материалы, связанные с возникшими вопросами, например, отсканированные или сфотографированные листочки с рукописными комментариями, пометками, выкладками и т.п.</p>
практические занятия	<p>При подготовке к практическим (семинарским) занятиям работы обучающийся должен проявить творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, чётко и логично излагать свои мысли. Подготовку к практическим занятиям следует начинать с повторения соответствующего раздела списка литературы, учебных пособий по данной теме. Обучающийся получает индивидуальное задания в рамках которого готовит сообщение, раскрывающее один из подразделов программы дисциплины.</p>
самостоятельная работа	<p>В рамках самостоятельной работы обучающийся знакомится со свежей научной периодикой по дисциплине, производит анализ имеющейся литературы по предмету рассмотрения. Рекомендуется использовать релевантные валидные ресурсы сети Интернет и фонды библиотек. В рамках самостоятельной работы обучающийся расширяет знания, полученные на лекционных занятиях и обеспечивает качественное выполнение практических заданий.</p>
экзамен	<p>При ответе на экзамене необходимо: продумать и четко изложить материал в рамках поставленного вопроса; дать определение основных понятий; дать краткое описание явлений и объектов; привести примеры. Ответ следует по возможности иллюстрировать схемами, рисунками и графиками. Подготовка к ответу на экзамене производится обучающимся строго индивидуально. На экзамене студент имеет возможность получить максимальное число баллов - 50. Студент может получить следующие оценки с учетом продемонстрированных знаний: - 41-50 баллов - студент должен безошибочно ответить на вопросы, представленные в билете, а также продемонстрировать свободное владение материалом при ответе на дополнительные вопросы; - 31-40 баллов - студент безошибочно ответил на вопросы, представленные в билете, но не точно или не в полном объеме раскрыл дополнительно заданные вопросы; - 21-30 баллов - студент ответил на вопросы, представленные в билете, но затрудняется в ответах на дополнительные вопросы; - 11-20 баллов - студент затрудняется в ответах на вопросы билета, отвечает только после наводящих вопросов, демонстрируя слабое знание при ответе на дополнительные вопросы; - 10 баллов и менее - студент продемонстрировал слабые знания при ответе на вопросы, сформулированные в билете, не ответил ни на один из дополнительных вопросов; - 0 баллов - студент не ответил ни на один из вопросов билета. После подготовки по второму (дополнительному) билету также не продемонстрировал знаний по данному предмету. Студент, не явившийся на экзамен без уважительной причины, также получает 0 баллов.</p>

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 06.04.01 "Биология" и магистерской программе "Микробиология и вирусология".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.7 Основы молекулярно-биологического анализа

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология
Профиль подготовки: Микробиология и вирусология
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Основная литература:

Молекулярная биология: учебник / В.В. Иванищев. ? М. : РИОР : ИНФРА-М, 2018. ? (Высшее образование). ? 225 с. ? ЭБС 'Znaniium'. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/916275>

Уилсон, К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / К. Уилсон, Д. Уолкер ; под ред. Левашова А.В., Тишкова В.И. ; пер. с англ. Мосоловой Т.П., Бозелек-Решетняк Е.Ю.. ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 855 с. ? ЭБС 'Лань'. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66244>

Каюмов А.Р. Практикум по молекулярной генетике. Учебно-методическое пособие / А.Р. Каюмов, О.А.Гимадудинов - Казань: Казань, КФУ, 2016. -36 с. - Режим доступа: http://kpfu.ru/portal/ias_utils.file_download?p_table_id=4&p_file=F39224996/Praktikum.po.mol.pdf

Каюмов А.Р. Молекулярный анализ генома. Учебно-методическое пособие / А.Р. Каюмов - Казань: Казань, КФУ, 2016. -60 с. - Режим доступа: http://kpfu.ru/portal/ias_utils.file_download?p_table_id=4&p_file=F2017683155/Posobie._.Kajumov.pdf

ПЦР в реальном времени [Электронный ресурс] / Д.В. Ребриков [и др.] ; под ред. Д.В. Ребрикова. ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 226 с. ? ЭБС 'Лань'. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70781>

Применение молекулярных методов исследования в генетике: учеб. пособие / Л.Н. Нефедова. ? М. : ИНФРА-М, 2018. ? 104 с. ? ЭБС 'Znaniium'. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/939894>

То же, изданное в др. года:

Нефедова Л. Н. Применение молекулярных методов исследования в генетике: Учебное пособие: 1 - Москва: ООО 'Научно-издательский центр ИНФРА-М', 2017 - 104с. ? ЭБС 'Znaniium'. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=814527>

Применение молекулярных методов исследования в генетике: Учебное пособие / Нефедова Л.Н. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 104 с. - ЭБС 'Znaniium'. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/558481>

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Практикум / В. Д. Валова (Копылова), Е. И. Паршина. - М.: Издательско-торговая корпорация 'Дашков и К-', 2017. - 200 с. - ЭБС 'Консультант студента'. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394013010.html>

NGS: высокопроизводительное секвенирование [Электронный ресурс] / Д. В. Ребриков [и др.] ; под общей редакцией Д. В. Ребрикова.-2-е изд. (эл.).- Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 235 с.).- М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.

- ЭБС 'Консультант студента'. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996330249.html>

- ЭБС 'Лань' - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70712>

Дополнительная литература:

Молекулярная биология : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 032400 'Биология' / А. С. Конищев, Г. А. Севастьянова .? 2-е изд., испр. ? Москва : Академия, 2005.? 396 с. (13 экз. в НБЛ)

Альбертс Б., Брей Д., Хопкин К. Основы молекулярной биологии клетки. 2-е изд., испр. Москва: Лаборатория знаний, Лаборатория Пилот, 2018. - 768 с. (5 экз. в НБЛ)

Лабораторный практикум по молекулярной биологии : учеб. пособие / Абрамова З. И., Закиев Р. К. ? Казань : [Казан. гос. ун-т], 2006 .? 139 с. (163 экз. в НБЛ)

Сычев, С.Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем. [Электронный ресурс] / С.Н. Сычев, В.А. Гаврилина. - СПб. : Лань, 2013. - 256 с. - ЭБС 'Лань'. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5108>

Хроматографические методы анализа : Учебное пособие / Е.В. Пашкова, Е.В. Волосова, А.Н. Шипуля, Ю.А. Безгина, Глазунова Н.Н. - Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2017.- 59 с. - ЭБС 'Консультант студента'. - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_00154.html

Лебухов, В.И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Лебухов, А.И. Окара, Л.П. Павлюченкова. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2012. ? 480 с. ? ЭБС 'Лань'. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4543>

Хроматографические методы анализа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.М. Серов, В.Ю. Конюхов, А.Ю. Крюков, З.В. Псху, К.Н. Жаворонкова. - М. : Издательство РУДН, 2011. - 218 с. - ЭБС 'Консультант студента'. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785209035749.html>

Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений [Электронный ресурс] / под ред. Вл.В. Кузнецова, В.В. Кузнецова, Г.А. Романова. - М. : БИНОМ, 2012. - 487 с. - ЭБС 'Консультант студента'. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996309788.html>

Молекулярная биология. Структура и функции белков [Электронный ресурс]: учебник / Степанов В.М. - 3-е изд. - М. : Издательство Московского государственного университета, 2005. - (Классический университетский учебник). - 336 с. - ЭБС 'Консультант студента'. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5211049713.html>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.7 Основы молекулярно-биологического анализа

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Микробиология и вирусология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.