

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. Д.А. Таюрский



» 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Молекулярная биотехнология

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

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) профессор, д.н. (профессор) Багаева Т.В. (кафедра биохимии, биотехнологии и фармакологии, Центр биологии и педагогического образования), Tatiana.Bagaeva@kpfu.ru

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-11	способностью применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования
ПК-8	способностью использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Современные достижения фундаментальных биологических наук и биомедицинских технологий.

Основных продуцентов и способы получения биотехнологических лекарственных веществ, их физические, химические и фармакологические свойства.

Инновационные пути создания и совершенствования лекарственных средств на основе данных геномики, протеомики и биоинформатики.

Должен уметь:

- совершенствовать способность биопродуцентов к синтезу целевых продуктов.
- Модернизировать биотехнологический процесс с целью получения высококачественного конечного продукта.

Должен владеть:

- Физико-химическими, микробиологическими и биохимическими методами анализа.
- Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационных и библиографических ресурсов.
- Знаниями написания тезисов и статей по разрабатываемой теме, системой приемов, позволяющих получать необходимую информацию из интернет-ресурсов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- Осуществлять разнообразные технологические процессы производства.
- Регулировать и совершенствовать биотехнологический процесс с целью получения высококачественного конечного продукта.
- применения теоретических знаний о современной молекулярной биотехнологии, ее назначении, и ее будущем;
- Использовать знания результатов генной и клеточной инженерии в биотехнологии;
- ориентироваться в вопросах молекулярной биотехнологии и узкоспециальных вопросах молекулярной биотехнологии.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.9 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.03.01 "Биология (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе в 7 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) единицы(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 64 часа(ов), в том числе лекции - 32 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 32 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет с оценкой в 7 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. Введение. Молекулярная биотехнология как главное направление в развитии общей биотехнологии.	7	2	0	0	2
2.	Тема 2. Основные элементы и процессы, используемые в молекулярной биотехнологии. Биологические системы, используемые в молекулярной биотехнологии. Химический синтез, определение нуклеотидной последовательности и амплификация ДНК.	7	3	0	0	4
3.	Тема 3. Технология рекомбинантных ДНК. Оптимизация экспрессии генов, клонированных в прокариотических системах.	7	2	0	8	4
4.	Тема 4. Получение рекомбинантных белков с помощью эукариотических систем	7	3	0	0	4
5.	Тема 5. Направленный мутагенез и генная инженерия белков.	7	3	0	8	4
6.	Тема 6. Молекулярная биотехнология микробиологических систем Биотехнологические процессы при участии рекомбинантных микроорганизмов.	7	3	0	8	4
7.	Тема 7. Медицина и иммунобиотехнология Микробиологическое производство лекарственных средств.	7	2	0	8	4
8.	Тема 8. Вакцины. Молекулярная диагностика.	7	2	0	0	4
9.	Тема 9. Использование рекомбинантных микроорганизмов для получения коммерческих продуктов различного назначения. Биodeградация токсичных соединений и утилизация биомассы.	7	3	0	0	4
10.	Тема 10. Сельское хозяйство и экология Бактерии, стимулирующие рост растений. Микробные инсектициды.	7	3	0	0	2

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
11.	Тема 11. Молекулярная биотехнология эукариотических систем Генная инженерия растений: методология и применение. Трансгенные животные.	7	3	0	0	4
12.	Тема 12. Молекулярная генетика человека. Генная терапия.	7	3	0	0	4
Итого			32	0	32	44

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Молекулярная биотехнология как главное направление в развитии общей биотехнологии.

Молекулярная биотехнология как главное направление в развитии общей биотехнологии. Возникновение молекулярной биотехнологии и история ее развития. Молекулярно-биотехнологическая революция в биологии. Технология рекомбинантных ДНК. Надежды и опасения. Коммерциализация молекулярной биотехнологии.

Тема 2. Основные элементы и процессы, используемые в молекулярной биотехнологии. Биологические системы, используемые в молекулярной биотехнологии. Химический синтез, определение нуклеотидной последовательности и амплификация ДНК.

Основные элементы и процессы, используемые в молекулярной биотехнологии. Структура ДНК. Репликация. Расшифровка генетической информации: РНК и белок. Трансляция. Регуляция транскрипции у бактерий. Регуляция транскрипции у эукариот.

Биологические системы, используемые в молекулярной биотехнологии. Прокариоты и эукариоты. *Escherichia coli* и *Saccharomyces cerevisiae* как основные биоагенты в разработках молекулярно-генетических исследований. Культуры эукариотических клеток.

Химический синтез, определение нуклеотидной последовательности и амплификация ДНК. Химический синтез ДНК. Фосфорамидитный метод. Применение синтезированных олигонуклеотидов. Синтез генов. Методы секвенирования ДНК. Полимеразная цепная реакция.

Тема 3. Технология рекомбинантных ДНК. Оптимизация экспрессии генов, клонированных в прокариотических системах.

Рестрицирующие эндонуклеазы. Плазмидные векторы. Трансформация и отбор. Создание и скрининг библиотек. Клонирование структурных генов эукариот. Векторы и векторные системы для клонирования крупных фрагментов ДНК. Векторы на основе бактериофага. Космиды. Генетическая трансформация прокариот. Перенос ДНК в *E. coli*. Электропорация. Конъюгация.

Оптимизация экспрессии генов, клонированных в прокариотических системах. Регулируемые промоторы. Экспрессия генов при участии сильных регулируемых промоторов. Крупномасштабные системы. Использование для экспрессии генов других микроорганизмов. Химерные белки, их расщепление и применение. Трансляционные экспрессирующие векторы. Стабилизация белков. Интеграция чужеродной ДНК в хромосому хозяина. Повышение эффективности секреции. Метаболическая перегрузка объектов.

Тема 4. Получение рекомбинантных белков с помощью эукариотических систем

Системы экспрессии *Saccharomyces cerevisiae*. Векторы для *S. cerevisiae*. Прямая экспрессия в *S. cerevisiae*. Секретия гетерологичных белков, синтезируемых *S. cerevisiae*. Другие дрожжевые системы экспрессии.

Синтез поверхностного антигена вируса гепатита В. Синтез бычьего лизоцима С2. Системы экспрессии с использованием культур клеток насекомых. Система экспрессирующих векторов на основе бакуловирусов. Получение рекомбинантных бакуловирусов. Создание челночного вектора на основе бакуловирусов для *E. coli* и клеток насекомых. Выделение рекомбинантного белка из клеток насекомых с помощью аффинного связывания. Экспрессирующие векторы для работы с клетками млекопитающих. Селективные маркерные гены. Экспрессия двух клонированных генов в одной клетке млекопитающих.

Тема 5. Направленный мутагенез и генная инженерия белков.

Направленный мутагенез: методика. Олигонуклеотид-направленный мутагенез с использованием ДНК фага M13. Олигонуклеотид-направленный мутагенез с использованием плазмидной ДНК. Олигонуклеотид-направленный мутагенез с использованием ПЦР-амплификации. Случайный мутагенез с использованием ?вырожденных? олигонуклеотидных праймеров. Случайный мутагенез с использованием аналогов нуклеотидов. Генная инженерия белков. Образование дополнительных дисульфидных связей. Замена аспарагина на другие аминокислоты. Уменьшение числа свободных сульфгидрильных групп. Повышение ферментативной активности. Изменение потребности ферментов в металлических кофакторах. Изменение специфичности фермента. Повышение стабильности и специфичности ферментного белка.

Тема 6. Молекулярная биотехнология микробиологических систем Биотехнологические процессы при участии рекомбинантных микроорганизмов.

Рост микроорганизмов. Периодическая культура. Периодическая культура с добавлением субстрата. Непрерывная культура. Повышение эффективности ферментации. Культуры с высокой плотностью. Биореакторы. Типичные крупномасштабные системы ферментации. Двухступенчатая ферментация в тандемных эрлифтных биореакторах. Двухступенчатая ферментация в одном реакторе с механическим перемешиванием. Периодическая ферментация и периодическая ферментация с добавлением субстрата. Сбор клеток. Разрушение клеток. Дальнейшая обработка. Солюбилизация белков

Тема 7. Медицина и иммунобиотехнология Микробиологическое производство лекарственных средств.

Лекарственные препараты. Интерфероны человека, полученные методом генной инженерии. Гормон роста человека, полученный методом генной инженерии. Оптимизация генной экспрессии. Ферменты. Моноклональные антитела как лекарственные средства. Гибридные моноклональные антитела человека и мыши. Производство антител с помощью *E. coli*. Лекарственные средства против ВИЧ.

Тема 8. Вакцины. Молекулярная диагностика.

Различные виды вакцин. Вакцины, полученные методами генной инженерии. Генная иммунизация. Бактерии как системы доставки антигенов.

Молекулярная диагностика. Методы иммунодиагностики. Ферментный иммуносорбентный анализ. Моноклональные антитела. Образование и отбор гибридных клеток. Идентификация гибридных клеточных линий, секретирующих специфические антитела. Системы ДНК-диагностики. Гибридизационные зонды. Нерадиоактивные методы детекции. Геномная дактилоскопия. Использование полиморфных ДНК-маркеров. Молекулярная диагностика генетических заболеваний. Перспективы использования молекулярной диагностики.

Тема 9. Использование рекомбинантных микроорганизмов для получения коммерческих продуктов различного назначения. Биodeградация токсичных соединений и утилизация биомассы.

Синтез L-аскорбиновой кислоты. Синтез индиго. Синтез аминокислот. Антибиотики. Клонирование генов биосинтеза антибиотиков. Синтез новых антибиотиков. Усовершенствование производства антибиотиков. Биополимеры: ксантан, меланин, каучук, полигидроксикарбоксилаты.

Биodeградация токсичных соединений и утилизация биомассы. Метаболические пути биodeградации ксенобиотиков, созданные методами генной инженерии. Утилизация крахмала и сахаров. Промышленное производство фруктозы и этанола. Получение силоса. Утилизация целлюлозы. Компоненты лигноцеллюлозы. Выделение прокариотических целлюлазных генов. Выделение эукариотических целлюлазных генов. Манипуляции с целлюлазными генами.

Тема 10. Сельское хозяйство и экология Бактерии, стимулирующие рост растений. Микробные инсектициды.

Фиксация азота. Генная инженерия кластера генов нитрогеназы. Образование клубеньков. Конкуренция среди организмов, образующих клубеньки. Манипуляции с генами образования клубеньков. Биоконтроль патогенных микроорганизмов. Сидерофоры. Антибиотики. Ферменты. Образование кристаллов льда и антифризные белки. Стимуляция роста растений свободноживущими бактериями.

Микробные инсектициды. Токсин, синтезируемый *Bacillus thuringiensis*. Механизм действия и использование. Идентификация генов токсинов. Генная инженерия генов токсинов *B. thuringiensis*. Бакуловирусы как инструмент биоконтроля. Механизм действия. Усиление биоконтроля с помощью генной инженерии.

Тема 11. Молекулярная биотехнология эукариотических систем Генная инженерия растений: методология и применение. Трансгенные животные.

Трансформация растений Ti-плазмидой из *Agrobacterium tumefaciens*. Векторные системы на основе Ti-плазмид. Физические методы переноса генов в растительные клетки. Бомбардировка микрочастицами. Применение репортерных генов при трансформации клеток растений. Эксперименты по экспрессии чужеродных генов в растениях. Выделение различных промоторов и их использование.

Введение чужеродных генов в хлоропластную ДНК. Получение трансгенных растений, не содержащих маркерных генов.

Генная инженерия растений: применение. Выведение растений, устойчивых к насекомым-вредителям, вирусам и гербицидам. Растения, устойчивые к грибам и бактериям. Получение растений, противостоящих неблагоприятным воздействиям и старению. Окислительный стресс. Солевой стресс. Созревание плодов. Изменение окраски цветков. Изменение пищевой ценности растений. Аминокислоты. Липиды. Изменение вкуса и внешнего вида плодов. Растения как биореакторы. Антитела. Полимеры. Чужеродные белки, аккумулирующиеся в семенах.

Трансгенные животные. Трансгенные мыши: методология. Использование ретровирусных векторов. Метод микроинъекций ДНК. Использование модифицированных эмбриональных стволовых клеток. Клонирование с помощью переноса ядра. Перенос генов с помощью искусственных дрожжевых хромосом. Трансгенные мыши: применение. Трансгенный крупный рогатый скот. Трансгенные овцы, козы и свиньи. Трансгенные птицы и рыбы.

Тема 12. Молекулярная генетика человека. Генная терапия.

Генетическое сцепление и картирование генов человека. Построение генетических карт хромосом человека. Генетический полиморфизм. Полиморфизм. Картирование локуса генетического заболевания в определенном районе хромосомы. Построение мультилокусных хромосомных карт человека. Локализация гена заболевания на карте сцепления. Клонирование генов заболеваний человека. Выявление мутаций в генах человека. Функциональное картирование. Кандидатное картирование. Позиционное картирование. Позиционно-кандидатное картирование. Программа ?Геном человека?.

Генная терапия ex vivo. Генная терапия in vivo. Вирусные системы доставки генов. Ретровирусные векторы. Аденовирусные векторы. Векторы на основе аденоассоциированных вирусов. Векторы на основе вируса простого герпеса. Невирусные системы доставки генов. Активация предшественника лекарственного вещества (?пролекарства?). Лекарственные средства на основе олигонуклеотидов. Синтез ?антисмысловых? мРНК in vivo. ?Антисмысловые? олигонуклеотиды как лекарственные средства. Олигонуклеотиды, связывающиеся с белками: антитромбиновый аптамер. Рибозимы как лекарственные средства. Коррекция генетических дефектов с помощью олигонуклеотидов.

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)

Биотехнология - <http://www.biotechnolog.ru>

Биофайл - <http://biofile.ru/bio/16287.html>

Мой геном - mygenome.ru

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Изучение дисциплины Фармацевтическая биотехнология призвано не только углубить и закрепить знания, полученные на аудиторных занятиях, но и способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы и организовать свое время. Изучение дисциплины включает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - знакомство с Интернет-источниками; - подготовку к различным формам контроля (тесты, контрольные работы, коллоквиумы); - подготовку и написание рефератов; - выполнение контрольных работ; - ответы на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены. Планирование времени, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала. Материал, законспектированные на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях. При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем.
лабораторные работы	Для выполнения лабораторных работ студенту необходимо: прочитать теоретический материал; внимательно прочитать задание к выполнению лабораторной работы; получить необходимое оборудование и самостоятельно выполнить работу согласно плану с соблюдением правил техники безопасности. При необходимости студент получает консультацию преподавателя. Работа считается выполненной, если студент правильно выполнил все задания, освоил теоретический материал по заданной теме, сформулировал правильно выводы, аккуратно оформил лабораторную работу и защитил ее.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Работу с литературой разумнее начинать с разбора материала, изложенного в лекциях. Для лучшего усвоения материала предпочтительнее после лекции затрачивать 20-30 минут на рассмотрение изложенного материала, отмечая места, вызывающие вопросы или содержащие непонятный текст. Вопросы, которые требуют дополнительного уточнения, можно разобрать, используя учебники или обратившись к преподавателю. С целью углубления знаний по изучаемому вопросу требуется использовать: рекомендованную литературу и интернет.
зачет с оценкой	Итоговый контроль знаний, умений, навыков студентов осуществляется в виде зачета с целью оценки уровня освоения им теоретических и практических знаний и умений, и оценивания приобретенных компетенций. Принята следующая шкала соответствия рейтинговых баллов (с учетом их округления до целых) оценкам пятибалльной шкалы: 86 баллов и более - "отлично" (отл.); 71-85 баллов - "хорошо" (хор.); 55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.); 54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.). Зачет с высокой балльно-рейтинговой оценкой выставляется студенту, если он свободно ориентируется в основных понятиях, определениях и выводах данного предмета, четко представляет основные, биотехнологические процессы, возможности их регуляции и совершенствования, демонстрирует знания, основанные на основной и дополнительной литературе. Зачет со средней балльно-рейтинговой оценкой выставляется студенту, если он свободно ориентируется в основных понятиях, определениях и выводах данного предмета, четко представляет основные, биотехнологические процессы производства, возможности их регуляции и совершенствования, однако его ответе содержится ряд неточностей. Зачет не ставится, если студент плохо ориентируется в основных понятиях, определениях и выводах данного предмета, или его ответ требует существенных поправок в ответах.

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.

Специализированная лаборатория.

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 06.03.01 "Биология" и профилю подготовки "не предусмотрено".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.9 Молекулярная биотехнология

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Основная литература:

Уилсон, К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии : учебное пособие / К. Уилсон, Д. Уолкер ; под редакцией А.В. Левашова, В.И. Тишкова ; перевод с английского Т.П. Мосоловой, Е.Ю. Бозелек-Решетняк. ? 2-е изд. (эл.). ? Москва : Лаборатория знаний, 2015. ? 855 с. ? ISBN 978-5-9963-2877-2. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/66244>

Кузнецов, В.В. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений : учебное пособие / В.В. Кузнецов, В.В. Кузнецов, Г.А. Романов. ? 2-е изд. (эл.). ? Москва : Лаборатория знаний, 2015. ? 498 с. ? ISBN 978-5-9963-2659-4. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/66252>

Молекулярная биология клетки : руководство для врачей / Джеральд М. Фаллер, Деннис Шилдс ; пер. с англ. под общ. ред. акад. И. Б. Збарского. ? Москва : Бином-Пресс, 2012. ? 256 с.

Спирин, А.С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка : учебное пособие / А.С. Спирин. ? Москва : Лаборатория знаний, 2019. ? 594 с. ? ISBN 978-5-00101-623-6. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/110208>

Нефедова Л. Н. Применение молекулярных методов исследования в генетике: Учебное пособие / Л.Н. Нефедова. - М.: НИЦ Инфра-М, 2012. - 104 с. <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=302262>

Дополнительная литература:

ПЦР в реальном времени / Д.В. Ребриков, Г.А. Саматов, Д.Ю. Трофимов, П.А. Семёнов ; под редакцией Д.В. Ребрикова. ? 6-е изд. (эл.). ? Москва : Лаборатория знаний, 2015. ? 226 с. ? ISBN 978-5-9963-2954-0. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/70781>

Фрешни, Р.Я. Культура животных клеток: практическое руководство : руководство / Р.Я. Фрешни ; перевод с английского Ю. Н. Хомякова, Т. И. Хомяковой. ? 4-е, изд. ? Москва : Лаборатория знаний, 2018. ? 791 с. ? ISBN 978-5-00101-557-4. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/103030>

Прикладная экобиотехнология. В 2 Т. (комплект) : учебное пособие / А.Е. Кузнецов, Н.Б. Градова, С.В. Лушников, М. Энгельхарт. ? 3-е изд. (эл.). ? Москва : Лаборатория знаний, 2015. ? 1164 с. ? ISBN 978-5-9963-2631-0. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/70788>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.9 Молекулярная биотехнология

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

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

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 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.