

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. Гаюровский



01 » июня 2021 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Специальный практикум по молекулярной биологии и генной инженерии

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Биохимия, молекулярная биология и биоинформатика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

## 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): ассистент, б.с. Скрипова В.С. (кафедра биохимии, биотехнологии и фармакологии, Центр биологии и педагогического образования), vsk190@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-2	Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры;
ПК-2	Способен формулировать актуальные задачи исследования и планировать эксперименты в области изучения живых биологических систем, использовать опытно-экспериментальную и приборную базы по тематике проводимых исследований, анализировать результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- методические подходы для решения профессиональных задач биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики;
- обладать фундаментальными и прикладными знаниями для постановки и решения стандартных и инновационных задач геномики и протеомики с помощью стандартных методик и их модификаций;
- методические подходы к представлению профессиональной информации широкой аудитории для формирования у населения основ научно-критического мышления в области биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики;
- актуальные задачи в области биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики;
- методы и принципы планирования экспериментов в области биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики;
- современные методы биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики.

Должен уметь:

- определять оптимальные методические подходы для решения профессиональных задач биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики;
- применять фундаментальные и прикладные естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач геномики и протеомики с помощью стандартных методик и их модификаций;
- представлять профессиональной информации широкой аудитории для формирования у населения основ научно-критического мышления в области биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики;
- формулировать и анализировать задачи в области биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики;
- планировать научный эксперимент, использовать опытно-экспериментальную и приборную базы для решения задач биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики;
- определять перечень релевантных и необходимых методов для проведения научно-исследовательских и (или) производственно-технологических работ в области биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики.

Должен владеть:

- методическими подходами для решения профессиональных задач биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики;
- методами применения фундаментальных и прикладных естественнонаучных знаний для решения задач геномики и протеомики с помощью стандартных методик и их модификаций;
- навыками представления профессиональной информации широкой аудитории для формирования у населения основ научно-критического мышления в области биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики;
- навыками определения приоритетных и актуальных задач в области биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики;

- навыками анализа результатов, полученных в ходе решения исследовательских задач биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики;
- современными методами и основами анализа получаемых данных при решении задач биохимии, молекулярной биологии и биоинформатики.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.07 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 "Биология (Биохимия, молекулярная биология и биоинформатика)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

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 - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 30 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	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Молекулярное клонирование рекомби-нантного гена в клетках бактерий	2	0	0	0	0	10	0	10
2.	Тема 2. Трансформация бактериальных клеток	2	0	0	0	0	4	0	8
3.	Тема 3. ПЦР-анализ трансформированных бак-териальных колоний	2	0	0	0	0	6	0	8
4.	Тема 4. Выделение плазмидной ДНК из транс-формированных бактериальных клеток	2	0	0	0	0	4	0	8
5.	Тема 5. Рестрикционный анализ полученной плазмидной ДНК. Обзор методов регуляции экс-прессии генов.	2	0	0	0	0	6	0	8
	Итого		0	0	0	0	30	0	42

### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

#### Тема 1. Молекулярное клонирование рекомби-нантного гена в клетках бактерий

1. Основные понятия генной инженерии и молекулярного клонирования (плазида, вектор, полилинкер, эндонуклеазы рестрикции, точка начала репликации (Ori), промотор, открытая рамка считывания, компетентность клеток, устойчивость к антибиотику и др.).

2. Основные этапы молекулярного клонирования (подготовка фрагмента ДНК (амплификация или выделение из другой плазмиды (вектора)), амплификация вектора, лигирование фрагмента ДНК в вектор, перенос рекомбинантного вектора в клетки бактерий, отбор рекомбинантных клонов, анализ качества полученных рекомбинантных конструкций).
3. Обзор технологий молекулярного клонирования (ТОРО-ТА, Gateway, Goldengate, клонирование по Гиббсону, безлигазное клонирование, клонирование с помощью дрожжей).
4. Интерпретация графических карт векторов. Вебсервисы, репозитории и программы для анализа нуклеотидной последовательности вектора и построения карт векторов.
5. Лабораторная работа по подготовке фрагмента ДНК и вектора для молекулярного клонирования (рестрикция, горизонтальный электрофорез, выделение и очистка ДНК из геля, лигирование).

#### **Тема 2. Трансформация бактериальных клеток**

1. Обзор бактериальных штаммов для задач генной инженерии.
2. Лабораторная работа по проведению химической трансформации компетентных бактериальных клеток лигазной смесью (разморозка компетентных клеток, обработка лигазной смесью, тепловой шок, подрачивание клеток, посев на чашку Петри с селективной средой, расчет эффективности трансформации).
3. Разнообразие методов селекции рекомбинантных клонов после трансформации (бело-голубой скрининг, устойчивость к антибиотикам и др.).

#### **Тема 3. ПЦР-анализ трансформированных бактериальных колоний**

1. Обзор основных этапов полимеразной цепной реакции (денатурация, гибридизация, элонгация).
2. Обзор различных вариантов проведения ПЦР-анализа трансформированных бактериальных колоний с разными наборами праймеров (праймеры, комплементарные участкам фрагмента ДНК или плазмиды).
3. Лабораторная работа по проведению ПЦР-анализа трансформированных бактериальных колоний (расчет и подготовка реакционной смеси, пересев анализируемых колоний, проведение полимеразной цепной реакции в ДНК-амплификаторе, горизонтальный электрофорез продуктов ПЦР, анализ полученных результатов).
4. Обзор систем для экспрессии рекомбинантных белков (бактерии, дрожжи, клетки растений, клетки насекомых, клетки млекопитающих).

#### **Тема 4. Выделение плазмидной ДНК из трансформированных бактериальных клеток**

1. Обзор основных принципов выделения и очистки ДНК с помощью колонок, содержащих сорбент на основе оксида кремния.
2. Лабораторная работа по выделению плазмидной ДНК из бактериальных клеток (получение ночной бактериальной культуры, щелочной лизис бактериальных клеток, осаждение genomic ДНК и белков, сорбция плазмидной ДНК на колонках, элюция плазмидной ДНК, измерение концентрации и проверка качества выделенной плазмидной ДНК с помощью наноспектрофотометра).

#### **Тема 5. Рестрикционный анализ полученной плазмидной ДНК. Обзор методов регуляции экспрессии генов.**

1. Анализ возможных вариантов ориентации вставки в рекомбинантном векторе и методы проверки (рестрикция, ПЦР, секвенирование).
2. Лабораторная работа по проведению рестрикционного анализа для проверки ориентации фрагмента ДНК в рекомбинантной плазмиде, полученной в ходе выполнения предыдущих лабораторных работ (подбор рестриктаз и обработка плазмидной ДНК, горизонтальный электрофорез продуктов рестрикции, анализ и интерпретация полученных результатов).
3. Обзор современных технологий для регуляции экспрессии генов и редактирования генома (CRISPR/Cas9 и ее модификации, shRNA, siRNA, трансфекция, трансдукция).

#### **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 науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/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

Интернет-портал о биохимии и молекулярной биологии The Bumbling Biochemist - <https://thebumblingbiochemist.com/>

Интернет-портал о молекулярной биологии "Molbiol" - <http://molbiol.ru/>

Сайт репозитория плазмид Addgene - <https://www.addgene.org/>

## **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 планируемому результату 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)**

Интернет-портал о биохимии и молекулярной биологии The Bumbling Biochemist - <https://thebumblingbiochemist.com/>

Интернет-портал о молекулярной биологии "Molbiol" - <http://molbiol.ru/>

Сайт репозитория плазмид Addgene - <https://www.addgene.org/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	запомнить технику безопасности, основные правила работы в научной биохимической и молекулярно-биологической лаборатории и использования научного оборудования. Строго соблюдать правила работы и технику безопасности при работе в лаборатории. Перед выполнением экспериментальных работ внимательно выслушать теоретическое введение и протокол предстоящих работ от преподавателя. При выполнении практических заданий строго следовать протоколу эксперимента, соблюдать все рекомендованные температурные и временные режимы. При возникновении вопросов по выполнению лабораторной работы сразу задать их преподавателю. При возникновении трудностей или внештатных ситуаций при выполнении лабораторных работ сразу сообщить преподавателю и принять необходимые меры согласно правилам техники безопасности. Точно и лаконично отмечать все этапы работы в лабораторном журнале. Четко и однозначно подписывать пробирки с образцами и реактивами. После окончания лабораторной работы при-брать рабочее место.
самостоя-тельная работа	Главная задача курса направлена на формирование практических навыков, умений и знаний о методах молекулярной биологии и геной инженерии. Рекомендуется изучить литературу про эксперимен-тальные методы, использованные на практическом занятии, при этом дополняя лабораторный журнал необходимыми пометками. Для лучшего усвоения материала предпочтительнее после занятия затрачивать 20-30 минут на рассмотрение изложенного материа-ла, отмечая места, вызывающие вопросы или содержащие непо-нятный текст. Вопросы, которые требуют дополнительного уточнения, можно разобрать, используя учебники, специализиро-ванные вебсайты и образовательные видео или обратившись к пре-подавателю. При освоении тем для самостоятельного изучения можно пользо-ваться любыми доступными источниками информации, включая учебники, специализированные вебсайты и образовательные видео. Рекомендуется строго соблюдать требования и регламент при вы-полнении заданий по темам для самостоятельного изучения. С целью углубления знаний по изучаемому вопросу требуется использовать: рекомендованную литературу и интернет источники.
экзамен	Оценка с высокими баллами выставляется студенту, если он свободно ориентируется в основных понятиях и определениях дисциплины, четко представляет основные молекулярные и биологические процессы, принципы рационального планирования, возможности и ограничения методик, применяемых в изучаемой дисциплине, демонстрирует знания, основанные на дополнительной современной литературе. Оценка со средними баллами выставляется студенту, если он свободно ориентируется в основных понятиях и определениях данного предмета, четко представляет основные молекулярные и биологические процессы, однако в его ответе содержится ряд не-точностей. Экзамен считается не сданным, если студент плохо ориентируется в основных понятиях, определениях и выводах дисциплины, или его ответ требует значительных поправок.

**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.

Компьютерный класс.

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 06.04.01 "Биология" и магистерской программе "Биохимия, молекулярная биология и биоинформатика".



Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.07 Специальный практикум по молекулярной биологии и  
генной инженерии

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Биохимия, молекулярная биология и биоинформатика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

**Основная литература:**

1. Хайруллин Р.Ф. Экспрессия рекомбинантных белков в E.coli: учеб.пособие / Р.Ф. Хайруллин, Р.Г. Киямова, А.А. Ризванов. - Казань: Изд-во Казан.ун-та, 2018. - 142 с. - Режим доступа: [https://kpfu.ru/staff\\_files/F1460829242/Ekspressiya\\_rekombinantnykh\\_belkov\\_Khairullin\\_RF.pdf](https://kpfu.ru/staff_files/F1460829242/Ekspressiya_rekombinantnykh_belkov_Khairullin_RF.pdf)
2. Тейлор, Д. Биология: в 3 т. (комплект) / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут ; под редакцией Р. Сопера. - 7-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2015. - 1463 с. - ISBN 978-5-9963-2668-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/70789> (дата обращения: 28.06.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия : справочное пособие / Р. Шмид. - 2-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2015. - 327 с. - ISBN 978-5-9963-2407-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/66240> (дата обращения: 28.06.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. 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 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/66244> (дата обращения: 28.06.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Кузнецов, В. В. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной био-логии 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 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/66252> (дата обращения: 28.06.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие : в 3 томах / Д. Нельсон, М. Кокс ; под редакцией А. А. Богданова и С. Н. Кочеткова ; перевод с английского Т. П. Мосоловой [и др.]. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, [б. г.]. - Том 1 : Основы биохимии, строение и катализ - 2017. - 749 с. - ISBN 978-5-00101-544-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/103034> (дата обращения: 28.06.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Коваленко, Л. В. Биохимические основы химии биологически активных веществ : учеб-ное пособие / Л. В. Коваленко. - 3-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2015. - 323 с. - ISBN 978-5-9963-2625-9. - Текст :электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/70702> (дата обращения: 28.06.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Аппель, Б. Нуклеиновые кислоты: От А до Я : учебное пособие / Б. Аппель, Б. И. Бенеке, Я. Бененсон ; под редакцией С. Мюллер. - 2-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2015. - 324 с. - ISBN 978-5-9963-2406-4. -Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/66241> (дата обращения: 28.06.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Госманов, Р. Г. Практикум по ветеринарной микробиологии и микологии : учебное посо-бие / Р. Г. Госманов, Н. М.Колычев, А. А. Барсков. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 384 с. - ISBN 978-5-8114-1625-7. - Текст : электронный //Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/45680> (дата обращения: 28.06.2020). -Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Венгер, К. Расшифрованная жизнь. Мой геном, моя жизнь / К. Венгер ; перевод с ан-глийского Л. Образцовой, П. Образцова. - эл. изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2015. - 467 с. - ISBN 978-5-9963-2910-6. - Текст :электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/66246> (дата обращения: 28.06.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Степанов, В. М. Молекулярная биология, структура и функция белков : учебник / В. М. Степанов. - 3-е изд. - Москва : МГУ имени М.В.Ломоносова, 2005. - 336 с. - ISBN 5-211-04971-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/10123> (дата обращения: 28.06.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Избранные главы фундаментальной и трансляционной медицины : учебное пособие. - Казань : КФУ, 2014. - 592 с. - ISBN 987-5-00019-266-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/72856> (дата обращения: 28.06.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Тёрни, Д. Я - суперорганизм! Человек и его микробиом / Д. Тёрни ; перевод с английского А. Капанадзе. - Москва : Лаборатория знаний, 2016. - 296 с. - ISBN 978-5-00101-416-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/90255> (дата обращения: 28.06.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию : учебное пособие / Ю. А. Золотов. - Москва : Лаборатория знаний, 2016. - 266 с. - ISBN 978-5-93208-215-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/84079> (дата обращения: 28.06.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Спектральные методы анализа. Практическое руководство : учебное пособие / В. И. Васильева, О. Ф. Стоянова, И. В. Шкутина, С. И. Карпов ; под редакцией В. Ф. Селеме-нева, В. Н. Семенова. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 416 с. - ISBN 978-5-8114-1638-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/50168> (дата обращения: 28.06.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Кузнецов, Д. Г. Органическая химия : учебное пособие / Д. Г. Кузнецов. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 556 с. - ISBN 978-5-8114-1913-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/72988> (дата обращения: 28.06.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.07 Специальный практикум по молекулярной биологии и  
геномной инженерии*

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

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Биохимия, молекулярная биология и биоинформатика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

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.