

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

Специальный практикум по молекулярной биологии и геной 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: 2018

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) старший научный сотрудник, к.н. Хайруллин Р.Ф. (НИЛ OpenLab Генные и клеточные технологии, Научно-клинический центр прецизионной и регенеративной медицины), Rafil.Khairullin@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-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
ПК-6	способностью руководить рабочим коллективом, обеспечивать меры производственной безопасности
ПК-9	владением навыками формирования учебного материала, чтения лекций, готовность к преподаванию в общеобразовательных организациях, а также в образовательных организациях высшего образования и руководству научно-исследовательской работой обучающихся, умением представлять учебный материал в устной, письменной и графической форме для различных контингентов слушателей

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- технику безопасности при работе в научно-исследовательской лаборатории
- правила пользования научным оборудованием, необходимым для проведения химического и -- биохимического анализа
- основные правила ведения лабораторного журнала
- основные принципы выбора систем гетерологической экспрессии рекомбинантных белков (бактериальная, бакуловирусная, культура клеток млекопитающих, дрожжевая)
- принципы основных методов хроматографической очистки белков (аффинной, ионообменной, гель-фильтрационной и гидрофобной)
- принципы планирования эксперимента, оптимизации и масштабирования процесса получения рекомбинантных белков

Должен уметь:

- приготовить питательные, буферные растворы для проведения экспериментов
- обращаться с измерительным и вспомогательным научным оборудованием
- обращаться с хроматографическими сорбентами и колонками
- проводить трансформацию, культивирование и разрушение клеток продуцента
- проводить электрофоретический анализ состава белковых препаратов
- проводить базовый биоинформатический анализ аминокислотной последовательности белков

Должен владеть:

- навыками работы в биохимической лаборатории
- методами хроматографической очистки рекомбинантных белков
- методами физико-химического анализа свойств рекомбинантных белков

Должен демонстрировать способность и готовность:

Обучающийся должен демонстрировать способность и готовность самостоятельно проанализировать с использованием научной литературы уровень знаний в отношении целевого рекомбинантного белка, умение предсказывать с помощью специализированных вебсерверов и баз данных свойства физико-химические и биологические свойства изучаемого белка, определение его доменной структуры и гомологии его структуры. Должен демонстрировать способность к рациональному планированию эксперимента, оценки его результатов. Обучающийся должен проявлять умения в применении широкого арсенала методов очистки белков, комбинируя современные методики преципитации, хроматографии и других методов выделения индивидуальных полипептидов в различных исполнениях (FPLC, самотечной колоночной хроматографии, хроматографии в объеме).

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 (Биохимия, молекулярная биология и биоинформатика)" 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 - 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Лабораторные работы по биоинформатическому анализу последовательностей	2	0	0	4	14
2.	Тема 2. Лабораторные работы по бактериальной трансформации и получению продуцента рекомбинантных белков	2	0	0	8	10
3.	Тема 3. Лабораторные работы по выделению и хроматографической очистке рекомбинантного белка	2	0	0	10	10
4.	Тема 4. Лабораторные работы по протеолитическому отщеплению тэга и дополнительной очистке целевого белка методом металлохеллатной хроматографии	2	0	0	8	8
	Итого		0	0	30	42

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Лабораторные работы по биоинформатическому анализу последовательностей

Предсказание таких физико-химических и биологических свойств целевого белка как:

- молекулярная масса
- изоэлектрическая точка
- наличие сигнального пептида
- наличие и количество цистеиновых остатков

- коэффициент экстинции

Применение баз данных нуклеотидных и аминокислотных последовательностей. Использование вебсерверов для *in silico* трансляции, множественного выравнивания, определения доменной структуры и гомологичных белков.

Тема 2. Лабораторные работы по бактериальной трансформации и получению продуцента рекомбинантных белков

1. Приготовление чашек петри с селективной средой для культивирования продуцента
2. Получение штамма-продуцента рекомбинантного белка (трансформация экспрессионной плазмидой).
3. Культивирование продуцента на питательных средах LB и аутоиндукционной среде и индукция биосинтеза рекомбинантного белка.
4. Сбор клеток продуцента

Тема 3. Лабораторные работы по выделению и хроматографической очистке рекомбинантного белка

1. Приготовление буферных растворов для очистки целевых белков, заливка полиакриламидных гелей.
2. Разрушение бактериальных клеток, получение и осветление бесклеточного экстракта
3. Металлохелатная хроматография экспрессированного белка
4. Электрофоретический анализ полученного белкового препарата с последующей денситометрией

Тема 4. Лабораторные работы по протеолитическому отщеплению тэга и дополнительной очистке целевого белка методом металлохелатной хроматографии

1. Гель-фильтрационная хроматография образцов для перевода в буфер для протеолитического отщепления тэга.
2. Протеолитическое отщепление тэга с применением TEV-протеазы
3. Хроматографическая очистка отщепленного целевого белка
4. Электрофоретический анализ полученного белкового препарата целевого белка без тэга
5. Денситометрический анализ результатов электрофореза фракций после хроматографической очистки белка

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

Сайт molbiol.ru - molbiol.ru

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. -

https://kpfu.ru/staff_files/F1460829242/Ekspressiya_rekombinantnykh_belkov_Khairullin_RF.pdf

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)

Вебсайт Профильного центра очистки белков Вольфсонского центра прикладной структурной биологии - <http://wolfson.huji.ac.il/purification>

Вебсайт Профильного центра экспрессии и очистки белков Вольфсонского центра прикладной структурной биологии - <http://wolfson.huji.ac.il/expression/index.html>

Вебсайт Профильного центра экспрессии и очистки белков Европейской лаборатории по молекулярной биологии - http://www.embl.de/pepcore/pepcore_services/protocols/full_list/index.html

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

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Перед выполнением экспериментальных работ внимательно выслушать теоретическое введение преподавателя и выполнять, попытаться вникнуть в логику эксперимента, понять принципы формирования стратегии экспрессии, выделения и очистки рекомбинантных белков, выбора состава буферных растворов, сорбентов и других компонентов эксперимента. При выполнении практических заданий точно и лаконично отмечать все этапы работы в лабораторном журнале. После окончания лабораторной работы четко подписать все пробы, которые будут закладываться на хранение.
самостоятельная работа	Главная задача курса направлена на формирование практических навыков, умений и знаний о получении рекомбинантных белков. Разумно изучить литературу про экспериментальные методы, использованные в практическом занятии, при этом дополняя лабораторный журнал необходимыми пометками. 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, специализированные вебсайты и образовательные видеопередачи или обратившись к преподавателю. С целью углубления знаний по изучаемому вопросу требуется использовать: рекомендованную литературу и интернет источники.

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	Оценка с высокими баллами выставляются студенту, если он свободно ориентируется в основных понятиях, определениях и данного предмета, четко представляет основные, биотехнологические процессы, принципы рационального планирования, возможности и ограничения методик, применяемых в изучаемом предмете, демонстрирует знания, основанные на дополнительной современной литературе. Оценка со средними баллами выставляется студенту, если он свободно ориентируется в основных понятиях, определениях и данного предмета, четко представляет основные, биотехнологические процессы, однако его ответе содержится ряд неточностей. Экзамен не ставится, если студент плохо ориентируется в основных понятиях, определениях и выводах данного предмета, или его ответ требует значительных 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.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

Специализированная лаборатория.

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.ОД.7 Специальный практикум по молекулярной
биологии и геной 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: 2018

Основная литература:

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

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 // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/70789> (дата обращения: 07.09.2019). ? Режим доступа: для авториз. пользователей.

Шмид Р., Наглядная биотехнология и генетическая инженерия. 2-е изд. (эл). [Электронный ресурс] : справ. пособие Электрон. дан. М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. 327 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66240>

Уилсон, К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / К. Уилсон, Д. Уолкер. Электрон. дан. М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. 855 с. Режим доступа: <http://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> (дата обращения: 07.09.2019).

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 // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/103034> (дата обращения: 07.09.2019).

Коваленко, Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ : учебное пособие / Л.В. Коваленко. ? 3-е изд. (эл.). ? Москва : Лаборатория знаний, 2015. ? 323 с. ? ISBN 978-5-9963-2625-9. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/70702> (дата обращения: 07.09.2019).

Аппель, Б. Нуклеиновые кислоты: От А до Я : учебное пособие / Б. Аппель, Б.И. Бенекс, Я. Бененсон ; под редакцией С. Мюллер. ? 2-е изд. (эл.). ? Москва : Лаборатория знаний, 2015. ? 324 с. ? ISBN 978-5-9963-2406-4. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/66241> (дата обращения: 07.09.2019).

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> (дата обращения: 07.09.2019).

Госманов, Р.Г. Практикум по ветеринарной микробиологии и микологии : учебное пособие / Р.Г. Госманов, Н.М. Колычев, А.А. Барсков. ? Санкт-Петербург : Лань, 2014. ? 384 с. ? ISBN 978-5-8114-1625-7. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/45680> (дата обращения: 07.09.2019).

Вентер, К. Расшифрованная жизнь. Мой геном, моя жизнь / К. Вентер ; перевод с английского Л. Образцовой, П. Образцова. ? эл. изд. ? Москва : Лаборатория знаний, 2015. ? 467 с. ? ISBN 978-5-9963-2910-6. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/66246> (дата обращения: 07.09.2019). ? Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

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. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66244>.

Степанов, В.М. Молекулярная биология, структура и функция белков. [Электронный ресурс] : учеб. Электрон. дан. М. : МГУ имени М.В.Ломоносова, 2005. 336 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/10123>

Козлов, Н.Н. Математический анализ генетического кода : монография / Н.Н. Козлов. ? 3-е изд. (эл.). ? Москва : Лаборатория знаний, 2015. ? 226 с. ? ISBN 978-5-9963-2603-7. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. URL: <https://e.lanbook.com/book/66251> (дата обращения: 07.09.2019).

Избранные главы фундаментальной и трансляционной медицины : учебное пособие. ? Казань : КФУ, 2014. ? 592 с. ? ISBN 987-5-00019-266-5. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/72856> (дата обращения: 07.09.2019).

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 // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/90255> (дата обращения: 07.09.2019).

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 // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/84079> (дата обращения: 07.09.2019).

Спектральные методы анализа. Практическое руководство : учебное пособие / В.И. Васильева, О.Ф. Стоянова, И.В. Шкутина, С.И. Карпов ; под редакцией В.Ф. Селеменова, В.Н. Семенова. ? Санкт-Петербург : Лань, 2014. ? 416 с. ? ISBN 978-5-8114-1638-7. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/50168> (дата обращения: 07.09.2019).

Кузнецов, Д.Г. Органическая химия : учебное пособие / Д.Г. Кузнецов. ? Санкт-Петербург : Лань, 2016. ? 556 с. ? ISBN 978-5-8114-1913-5. ? Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/72988> (дата обращения: 07.09.2019).

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.7 Специальный практикум по молекулярной
биологии и геной 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: 2018

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.