

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



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по образовательной деятельности КФУ

 Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Биохимия нуклеиновых кислот

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

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. Гоголев Ю.В. (кафедра биохимии, биотехнологии и фармакологии, Центр биологии и педагогического образования), gogolev.yuri@gmail.com ; доцент, к.н. Ионова Н.Э. (кафедра биохимии, биотехнологии и фармакологии, Центр биологии и педагогического образования), Natalia.Ionova@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-2	Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания;
ПК-2	Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области биологии и биомедицины

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные методы анализа и оценки состояния живых организмов, методы, знает методы, адекватные для решения научно- исследовательской задачи; правила эксплуатации современной аппаратуры и оборудования для выполнения научно-исследовательского проекта, методы обработки, анализа и синтеза информации, представления результатов исследования.
- основные принципы и подходы в практике современных исследований биологической, экологической, биомедицинской направленности при решении исследовательских задач в выбранной области биологии.

Должен уметь:

- осуществлять выбор методов, адекватных для решения исследовательской задачи, умеет пользоваться основными методами анализа и оценки состояния живых организмов, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательской работы, использует методы обработки, анализа и синтеза информации, умеет представлять результаты исследований.
- использовать основные принципы и подходы в практике современных исследований биологической, экологической, биомедицинской направленности при постановке и решении исследовательских задач в выбранной области биологии.

Должен владеть:

- навыком выбора методов, адекватных для решения исследовательской задачи, использования аналитических методов для оценки состояния живых организмов, эффективно эксплуатирует современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательской работы, использует методы обработки, анализа и синтеза информации, формулируя заключение и выводы по результатам исследования.
- навыком использования основных принципов и подходов в практике современных исследований биологической, экологической, биомедицинской направленности при постановке и решении исследовательских задач в выбранной области биологии.

Должен демонстрировать способность и готовность:

1. Иметь представление об истории изучения нуклеиновых кислот.
2. Иметь знания в деталях о структуре и физико-химических свойствах ДНК и РНК, механизмах репликации, транскрипции, трансляции, репарации и рекомбинации.
3. Иметь полное представление о свойствах ферментов нуклеинового обмена.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.05.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.03.01 "Биология (Биология)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 8 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 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 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 - 89 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 27 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 8 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. ДНК. История открытия, доказательство биологической роли, первичная структура. Искусственный синтез ДНК.	8	4	0	0	0	4	0	10
2.	Тема 2. Структура хроматина. Модификация ДНК и гистоновых белков. Организация теломер.	8	6	0	0	0	6	0	10
3.	Тема 3. ДНК-полимеразы. Классификация, свойства, участие в репликации и репарации. Характеристики наиболее распространенных ферментов. Полимеразная цепная реакция.	8	6	0	0	0	6	0	10
4.	Тема 4. Рекомбинантная ДНК. Щелочная фосфатаза, ДНК-лигазы, рестриктазы, полинуклеотид-киназа, нуклеотидил трансфераза и другие ферменты нуклеинового обмена.	8	6	0	0	0	6	0	10
5.	Тема 5. Первичная, вторичная и третичная структура РНК. процессинг РНК. РНКазы, ревертазы, обратная транскрипция.	8	6	0	0	0	6	0	20
6.	Тема 6. Создание библиотек ДНК и кДНК. Планирование, подготовка и расшифровка данных экспериментов по высокопроизводительному секвенированию.	8	4	0	0	0	4	0	29
	Итого		32	0	0	0	32	0	89

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. ДНК. История открытия, доказательство биологической роли, первичная структура. Искусственный синтез ДНК.

Работы Фридриха Мишера и Рихарда Альтмана, заложившие основу биохимии нуклеиновых кислот. Эксперименты Гриффита по трансформации пневмококков; выяснение роли ДНК в трансформации группой Эвери. Эксперименты Херши и Чейз с радиоактивно-мечеными бактериофагами. Работы Чаргаффа и Франклин, давшие основу Уотсону и Крику. Двойная спираль. Работы Корана по искусственному синтезу ДНК.

Тема 2. Структура хроматина. Модификация ДНК и гистоновых белков. Организация теломер.

Азотистые основания - производные ароматических гетероциклических соединений -

пурина и пиримидина. Коровые гистоны, линкерный гистон, негистоновые белки; строение хроматина. Роль РНК в организации хроматина. Значение модификации оснований и гистонов в эпигенетической информации. Строение теломера и механизм их образования.

Тема 3. ДНК-полимеразы. Классификация, свойства, участие в репликации и репарации. Характеристики наиболее распространенных ферментов. Полимеразная цепная реакция.

ДНК-полимеразы первого, второго и третьего типа. Характеристика каталитической активности, свойства матрицы, условия реакции, необходимые кофакторы. Основные ферменты генной инженерии - ДНК-полимераза I, фрагмент Кленова, процессивные и высокоточные термостабильные полимеразы. Дизайн полимеразной цепной реакции, количественная ПЦР, способы детекции.

Тема 4. Рекомбинантная ДНК. Щелочная фосфатаза, ДНК-лигазы, рестриктазы, полинуклеотид-киназа, нуклеотидил трансфераза и другие ферменты нуклеинового обмена.

Основные способы выделения и очистки ДНК и РНК. Нуклеазы: каталитические свойства, классификация, кофакторы. Экзонуклеазы, сайт-специфичные и неспецифичные эндонуклеазы. Типы рестриктаз, способы применения. Условия лигазной реакции по липким и тупым концам. Фосфорилирование и дефосфорилирование ДНК. Применение трансферазной реакции. Способы защиты нуклеиновых кислот от деградации.

Тема 5. Первичная, вторичная и третичная структура РНК. процессинг РНК. РНКазы, ревертазы, обратная транскрипция.

Транскрипция у про- и эукариот. Основные этапы, сопряженные реакции и процессы. Вторичная структура РНК, терминация транскрипции, рибосwitch и рибозимы. Синтез рибосомальной и транспортной РНК. Третичная структура РНК, ее функциональная роль. Посттранскрипционная модификация РНК, полиаденилирование, кэпирование, созревание некодирующей РНК.

Тема 6. Создание библиотек ДНК и кДНК. Планирование, подготовка и расшифровка данных экспериментов по высокопроизводительному секвенированию.

Типы ДНК- и кДНК-библиотек. Упорядочивание по образцам, условиям эксперимента, внутренние контроли, нормализация библиотек. Расчет необходимых повторностей и глубины покрытия. Индексирование, кластеризация, получение и фильтрация ридов. Способы секвенирования в современных секвенаторах. Одномолекулярное секвенирование.

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 №14-55-99б/н/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)

Нуклеиновые кислоты. Файловый архив. - <https://biology.ru/course/content/chapter8/section1/paragraph6/theory.html>

XuMuK.ru Химическая энциклопедия - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/2974.html>

Биомолекулы. нуклеиновые кислоты. - <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/kolman/86.htm>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Нуклеиновые кислоты играют основную роль в сохранении и реализации генетической информации. Какие типы нуклеиновых кислот можно различить? Нуклеиновые кислоты построены из нуклеотидных звеньев. Что входит в состав нуклеотидных звеньев? Как определяется направление цепи ДНК и РНК? Определите понятие и структуру фосфодиэфирной связи.
лабораторные работы	Лабораторные занятия как и лекционные являются основным видом аудиторной работы обучающегося. Цель занятий - помочь обучающимся закрепить и углубить знания теоретического материала. Помимо закрепления изученного материала, обучаемые развивают умения и навыки лабораторной работы, вскрытия животных разных групп. Лабораторные занятия предполагают более углубленное знакомство с разнообразием животных различных типов, рассматриваемых в ходе лекций.
самостоятельная работа	Рассмотрите применение метода полимерной цепной реакции для диагностики и генной инженерии. Проведите сравнение диагностических методов на основании молекулярных ДНК-зондов. Придумайте пример для параметров количественного ПЦР при сравнении вирусной нагрузки двух пациентов с отличием патогенной нагрузки на два порядка.
экзамен	Для подготовке к экзаменам составьте исторический экскурс в последовательности событий от открытия нуклеиновых кислот до расшифровки генетического кода, реализации программы "Геном человека", создания генетически модифицированных организмов. Рассмотрите методы изучения нуклеиновых кислот, обратите внимание на массивированное параллельное секвенирование.

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 "Биология".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.05.02 Биохимия нуклеиновых кислот*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Авдеева, Л. В. Биохимия : учебник / Л. В. Авдеева, Т. Л. Алейникова, Л. Е. Андрианова [и др.] ; под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - Москва. : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 768 с. - ISBN 978-5-9704-5461-9. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454619.html> (дата обращения: 11.01.2025). - Режим доступа : по подписке.
2. Субботина, Т. Н. Молекулярная биология и генная инженерия : практикум / Т. Н. Субботина, П. А. Николаева, А. Е. Харсекина. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. - 60 с. - ISBN 978-5-7638-3857-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032111> (дата обращения: 19.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Глухова, А. И. Биохимия с упражнениями и задачами : учебник / под ред. А. И. Глухова, Е. С. Северина - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. - 384 с. - ISBN 978-5-9704-5008-6. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970450086.html> (дата обращения: 19.12.2024). - Режим доступа : по подписке.

Дополнительная литература:

1. Грищенко, Т. Н. Нуклеиновые кислоты : учебное пособие / Т. Н. Грищенко, Т. В. Чуйкова, Е. А. Щербакова. - Кемерово : КемГУ, 2009. - 89 с. - ISBN 978-5-8353-0903-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/30109> (дата обращения: 19.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Чернов, Н. Н. Биохимия : руководство к практическим занятиям / Чернов Н. Н. , Березов Т. Т. , Буробина С. С. и др. / Под ред. Н. Н. Чернова - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 240 с. - ISBN 978-5-9704-1287-9. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970412879.html> (дата обращения: 19.12.2024). - Режим доступа : по подписке.
3. Дымшиц, Г. М. Молекулярные основы современной биологии : учебное пособие / Дымшиц Г. М. , Саблина О. В. - Новосибирск : РИЦ НГУ, 2012. - 251 с. - ISBN 978-5-4437-0114-1. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785443701141.html> (дата обращения: 19.12.2024). - Режим доступа : по подписке.
4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учебное пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-5600-2. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970456002.html> (дата обращения: 19.12.2024). - Режим доступа : по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.05.02 Биохимия нуклеиновых кислот

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

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

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.