

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



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
\_\_\_\_\_ Турилова Е.А.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины** Биофизика

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика  
Профиль подготовки: Физика живых систем  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## 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. Усачев К.С. (кафедра медицинской физики, Отделение физики), k.usachev@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
ПК-1	способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

молекулярную основу биологических процессов, механизм работы молекулярных систем, управляющих этими биологическими процессами,

Должен уметь:

ориентироваться в структуре знаний о молекулярных системах,

Должен владеть:

-навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме. Радиофизическими методами исследования и моделирования биологических объектов. Понимать физические основы биологических процессов и обладать теоретическими знаниями анализа сложных систем.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Применять полученные знания на практике.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.09.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.02 "Физика (Физика живых систем)" 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 65 часа(ов), в том числе лекции - 30 часа(ов), практические занятия - 34 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 43 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет 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- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение в молекулярную биофизику.	8	5	0	4	0	0	0	7
2.	Тема 2. Структура и функции ДНК	8	5	0	6	0	0	0	7
3.	Тема 3. Структура и функции РНК	8	5	0	6	0	0	0	7
4.	Тема 4. Биосинтез белка	8	5	0	6	0	0	0	7
5.	Тема 5. Аминокислоты	8	5	0	6	0	0	0	7
6.	Тема 6. Белки	8	5	0	6	0	0	0	8
4,2	Содержание дисциплины (модуля)								
	Тема 1. Введение в молекулярную биофизику. Структура нуклеиновых кислот. Строение нуклеотидов: сахар, гетероциклическое основание, фосфат. Фуранозное кольцо. Бета-гликозидная связь. Пурины и пиримидины. Нуклеотиды. Аденозин изого производные. Принцип комплементарности оснований. Двойная спираль молекулы ДНК. Параметры спирали. Угол спирального вращения.								43

Фосфорилирование нуклеозида. Полинуклеотиды. Торсионный и двугранные углы в нуклеотидах. Эндо- и экзо-атомы. Главный (major pucker) и минорный (minor pucker) выступы. Цикл псевдоповорота. Фазовый угол. Эндоциклические торсионные углы фуранозы. Син/анти-конформация. Поворот вокруг гликозидной связи.

### Тема 2. Структура и функции ДНК

Геометрия оснований. Планарность. Длины с связей. Эндоциклические валентные углы. Конформации сахара. Таутомерия оснований. Лактам - лактимная и амин-иминная таутомерные превращения. Переходы между кето-енол и амино-имино таутомерными формами природных оснований. Водородные связи. Доноры и акцепторы водородных связей. Уотсон-криковские и хугстеновские пары. Стэкинг-взаимодействия. Ток в ароматическом кольце. Формы организации двухцепочечной ДНК: А-, В-, С-, D-, Z-формы. Гидратация молекул ДНК. Палиндромы. G-квадруплекс. Аптамеры. Физико-химические свойства ДНК. Зависимость протонирования от pH. Плазмидная ДНК. Механизмы репликации кольцевых плазмид. Рестрикция.

### Тема 3. Структура и функции РНК

Структура и функции РНК. Три основных класса РНК в клетке: рРНК, тРНК, мРНК. Шпильки, стебельки, узелки. Структура мРНК про- и эукариот. 5'-кэп. Стартовая точка кодирующей последовательности. Последовательность Шайн-Дальгарно. Триплетный код. Транспортная РНК (тРНК). Минорные модифицированные основания. Псевдоуридин и дигидроуридин. Структура тРНК: акцепторная ветвь, акцепторная ветвь, тимидил псевдоуридиловая-ветвь, дигидроуридиловая ветвь. Антикодон. Аминоацилирование тРНК. Активация аминокислот. Аминоацилирование тРНК. Связывание с тРНК катионов металлов и полиаминов. Рибосомная РНК (рРНК). Морфология рибосомы. Вторичная структура рРНК. Коаксиальный стэкинг спиралей. Боковые спираль-спиральные взаимодействия. Рибосомные белки.

### Тема 4. Биосинтез белка

Биосинтез белка. Цикл трансляции. Инициация у прокариот. Прокариотические инициаторные факторы IF1, IF2, IF3. Последовательность Шайна-Дальгарно. N-формилметионин. Инициация у эукариот. Преинициаторный комплекс 43S. Сканирующий механизм обнаружения старт-кодона. Последовательность Козака. Связывание аминоксил-тРНК. Транспептидация. Транслокация. Элонгация. Различия в терминации трансляции про- и эукариот. Бесклеточные системы трансляции.

### Тема 5. Аминокислоты

Классификации аминокислот. Альфа-аминокислоты. Физические свойства аминокислот. Хиральность и энантиомерные формы аминокислот. Амфотерность аминокислот. Аминокислоты в водных растворах. Изоэлектрическая точка. Катионная, цвиттер-ионная и анионная формы аминокислот. Пептиды. Качественная реакция на пептидную связь. Коэффициент экстинкции. Закон Ламберта-Бера. Цистеины. Дисульфидные связи. Степени свободы полипептидной цепи. Карта Рамачандрана. Ротамеры. Элементы вторичной структуры белка.

### Тема 6. Белки

Третичная структура белка. Химические связи, стабилизирующие третичную структуру: координационные связи (с ионами металлов), гидрофобные взаимодействия, дисульфидные связи, ионные связи, водородные связи. Мотивы и домены белка. Укладка Россмана. Структурно неупорядоченные белки (intrinsically disordered proteins). Суперспираль. Четвертичная структура белка. Денатурация и ренатурация. Методы работы с белками. Высаливание. Диализ. Центрифугирование. Определение молекулярной массы. Ионообменная хроматография. Аффинная хроматография. Гель-фильтрация. Электрофорез. Масс-спектрометрия.

##### **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

##### **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)**

biophy - <https://openedu.ru/course/msu/BIOPHY/>

conf - <http://www.icsb2013.dk/general-information>

molbiol -

<https://www.google.com/search?q=molekularbiologie&hl=ru&tbo=u&tbm=isch&source=univ&sa=X&ei=gggJUa7rEozU4QSep4G4Dw&>

sb - <http://www.sysbio.org/>

sbgm - <http://sbgm.org/>

sysbiol -

[https://www.google.com/search?q=systems+biology&hl=ru&tbo=u&tbm=isch&source=univ&sa=X&ei=UQkJUca\\_GKaG4gTTw4C4AQ&](https://www.google.com/search?q=systems+biology&hl=ru&tbo=u&tbm=isch&source=univ&sa=X&ei=UQkJUca_GKaG4gTTw4C4AQ&)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>екция / Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации.</p>
практические занятия	<p>Практические занятия / Подготовка предполагает проработку методического указания к данной практической работе и проработку лекционного материала по теме практического занятия.</p> <p>Практические занятия выполняются на компьютере. Представляется в виде .docx файла. Страницы должны быть пронумерованы. Вверху справа первого листа указываются фамилия и инициалы студента, номер группы, номер практической работы и ее название. Практическая работа должна быть выполнена студентом самостоятельно. При выполнении практической работы допускается использовать мобильные устройства. Практическая работа должна быть оформлена последовательно, грамотно и разборчиво. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю или лаборанту.</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа / При подготовке к самостоятельной работе следует повторно разобрать задания, которые были разобраны на семинарских занятиях. Студенты могут получить дополнительную информацию по вопросам, вызывающим затруднения при подготовке к самостоятельной работе, на индивидуальных консультациях с преподавателем.</p> <p>Перечень тем самостоятельных работ разрабатывается преподавателем, ведущим дисциплину. Самостоятельных работы составляются таким образом, что охватывают основные аспекты изучаемой дисциплины. Тематика каждой самостоятельной работы озвучивается преподавателем на семинарском занятии.</p> <p>Самостоятельных работа выполняется на компьютере. Представляется в виде .docx файла Страницы должны быть пронумерованы. Вверху справа первого листа указываются фамилия и инициалы студента, номер группы, номер варианта. Самостоятельная работа должна быть выполнена студентом самостоятельно.</p>
зачет	<p>При подготовке к зачету следует повторно разобрать задания, которые были разобраны на семинарских занятиях. Студенты могут получить дополнительную информацию по вопросам, вызывающим затруднения при подготовке к зачету, на индивидуальных консультациях с преподавателем.</p> <p>Вопросы к зачету составляются таким образом, что охватывают основные аспекты изучаемой дисциплины.</p>

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

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

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

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

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

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

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

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 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки "Физика живых систем".

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

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика живых систем

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

#### Основная литература:

1. Волькенштейн, М. В. Биофизика : учебное пособие / М. В. Волькенштейн. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-0851-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210956> (дата обращения: 11.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Иванов, И. В. Основы физики и биофизики : учебное пособие / И. В. Иванов. - 2-е изд., испр., доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 208 с. - ISBN 978-5-8114-1350-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210917> (дата обращения: 11.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Иванов, И. В. Сборник задач по курсу основы физики и биофизики : учебное пособие / И. В. Иванов. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 128 с. - ISBN 978-5-8114-1349-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210920> (дата обращения: 11.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Антонов В.Ф., Физика и биофизика: учебник / В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 472 с. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970427880.html> (дата обращения: 11.05.2023). - Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература:

1. Рубин, А. Б. Биофизика: учебник: в 2 томах / А. Б. Рубин. - Москва: МГУ имени М.В. Ломоносова, [б. г.]. - Том 1: Теоретическая биофизика. - 2004. - 448 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/10122> (дата обращения: 11.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Плутахин, Г. А. Биофизика : учебное пособие / Г. А. Плутахин, А. Г. Кошаев. - 2-е изд., перераб., доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 240 с. - ISBN 978-5-8114-1332-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211001> (дата обращения: 11.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика : учебник / А. Н. Ремизов. - 4-е изд., испр. и перераб. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-3577-9. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435779.html> (дата обращения: 11.05.2023). - Режим доступа : по подписке.

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

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика живых систем

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

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.