

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

Рентгеновская астрономия

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: Астрофизика и космология

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

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): старший преподаватель, к.н. Галиуллин И.И. (Кафедра астрономии и космической геодезии, Отделение астрофизики и космической геодезии), IhlI.Galiullin@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-4	Владение наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- какие процессы приводят к генерации рентгеновского излучения (механизмы генерации);
- принципы работы приемников рентгеновского излучения.

Должен уметь:

- интерпретировать наблюдательные данные и использовать эти данные для получения информации об источниках рентгеновского излучения

Должен владеть:

- владеть навыками обработки наблюдательных данных.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Способность интерпретировать наблюдательные данные и использовать эти данные для получения информации об источниках рентгеновского излучения, для чего владеть знаниями о механизмах генерации и о приемниках рентгеновского излучения, а также навыками обработки наблюдательных данных.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.08 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.05.01 "Астрономия (Астрофизика и космология)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 5 курсе в 10 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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 73 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 35 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 10 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	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	Само- стоя- тель- ная ра- бота
1.	Тема 1. Элементарные процессы, приводящие к генерации рентгеновского излучения. Методы детектирования рентгеновского излучения.	10	2	0	2	0	0	0	2
2.	Тема 2. Рентгеновское излучение обычных звезд.	10	2	0	2	0	0	0	2
3.	Тема 3. Двойные рентгеновские источники.	10	2	0	2	0	0	0	2
4.	Тема 4. Аккреция на замагниченные нейтронные звезды.	10	2	0	2	0	0	0	2
5.	Тема 5. Рентгеновское излучение катаклизмических переменных звезд.	10	2	0	2	0	0	0	2
6.	Тема 6. Изолированные нейтронные звезды.	10	2	0	2	0	0	0	2
7.	Тема 7. Остатки вспышек сверхновых звезд.	10	3	0	2	0	0	0	2
8.	Тема 8. Рентгеновское излучение квазаров и активных ядер галактик.	10	2	0	2	0	0	0	2
9.	Тема 9. Рентгеновское излучение горячего газа в скоплениях галактик.	10	2	0	2	0	0	0	2
10.	Тема 10. Уравнение переноса.	10	2	0	2	0	0	0	2
11.	Тема 11. Излучения заряда, движущегося с ускорением.	10	2	0	2	0	0	0	2
12.	Тема 12. Комптоновское рассеяние.	10	2	0	2	0	0	0	2
13.	Тема 13. Тепловое излучение оптически тонкой плазмы солнечного химического состава.	10	2	0	2	0	0	0	2
14.	Тема 14. Компактные объекты: белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры.	10	2	0	2	0	0	0	2
15.	Тема 15. Аккреция. Аккреция Бонди. Эддингтоновский предел.	10	2	0	2	0	0	0	2
16.	Тема 16. Объекты и явления рентгеновской астрофизики.	10	2	0	2	0	0	0	5
4.2 Содержание дисциплины (модуля)									
Тема 1. Элементарные процессы, приводящие к генерации рентгеновского излучения. Методы детектирования рентгеновского излучения.									
Тепловое излучение оптически тонкой плазмы. Комптоновское рассеяние. Отражение рентгеновского излучения от холодной плазмы. Циклотронное и			36	0	36	0	0	0	35

синхротронное излучение. Нетепловые процессы (ускорение частиц). Важность межзвездного поглощения.

Современные и планирующиеся рентгеновские обсерватории. Основы обработки рентгеновских данных. Построение изображений. Тайминг. Спектроскопия. Поляриметрия

Тема 2. Рентгеновское излучение обычных звезд.

Короны (холодные звезды) и ветры (горячие звезды).

Тема 3. Двойные рентгеновские источники.

Короны (холодные звезды) и ветры (горячие звезды).

Тема 4. Аккреция на замагниченные нейтронные звезды.

Аккрецирующие рентгеновские пульсары. Ультраяркие рентгеновские источники - наблюдения и модели.

Тема 5. Рентгеновское излучение катаклизмических переменных звезд.

Сверхмягкие рентгеновские источники.

Поляры и промежуточные поляры.

Тема 6. Изолированные нейтронные звезды.

Магнетары.

Тепловая и магнитная эволюция нейтронных звезд.

Тема 7. Остатки вспышек сверхновых звезд.

Разные стадии расширения оболочек и эволюция их излучения (тепловая и нетепловая стадии).

Решение Седова-Теллера. Нетепловое и тепловое рентгеновское излучение пульсаров. Пульсарные туманности.

Тема 8. Рентгеновское излучение квазаров и активных ядер галактик.

Особенности аккреции на сверхмассивные черные дыры.

Блазары. Основы теории джетов.

Тема 9. Рентгеновское излучение горячего газа в скоплениях галактик.

Охлаждающиеся течения. Методы определения массы газа в скоплениях. Взаимодействие активных ядер галактик с межгалактическим газом.

Короны эллиптических галактик. Эффект Сюняева-Зельдовича.

Тема 10. Уравнение переноса.

Процессы излучения и поглощения. Формальное решение уравнения переноса, функция источника. Пределы применимости макроскопического описания излучения. Тепловое равновесие. Закон Кирхгофа. Планковский спектр. Спонтанное и стимулированное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Роль рассеяний. Длина термализации. Эффективная оптическая толщина.

Тема 11. Излучения заряда, движущегося с ускорением.

Формула Лармора. Томпсоновское рассеяние.

Сила реакции излучения. Тормозное излучение.

Свободно-свободное излучения и поглощение в космических источниках. Синхротронное излучение.

Тема 12. Комптоновское рассеяние.

Формула Клейна-Нишины. Комптоновские потери электрона.

Уравнение Компанейца. Стационарное решение уравнения Компанейца.

Режимы излучения водородной плазмы конечной оптической толщи.

Тема 13. Тепловое излучение оптически тонкой плазмы солнечного химического состава.

Двухфотонный континуум. Закон Больцмана.

Ионизационный баланс. Уравнение Саха.

Корональные приближение. Поглощение межзвездной средой.

Фотоионизация. Сфера Стремгрена.

Тема 14. Компактные объекты: белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры.

Некоторые аспекты теории звездной эволюции. Уравнение состояния вырожденного вещества. Бета-распад, нейтронизация. Нейтронные звезды. Черные дыры. Метрика Шварцшильда. Динамика пробной частицы в разных метриках пространства-времени.

Тема 15. Аккреция. Аккреция Бонди. Эддингтоновский предел.

Тесные двойные системы. Геометрия полостей Роша. Аккреция вещества с угловым моментом. Переполнение полости Роша и аккреция из звездного ветра. Теория дисковой аккреции. Роль вязкости, альфа-вязкость. Теория пограничного слоя между аккреционным диском и поверхностью нейтронной звезды.

Тема 16. Объекты и явления рентгеновской астрофизики.

Рентгеновские двойные, рентгеновские барстеры, рентгеновские пульсары, рентгеновские новые и другие транзитные источники. Формирование спектров рентгеновского излучения в рентгеновских двойных. Геометрия аккреционного потока. Спектральные компоненты и спектральные состояния. Когерентная, квази-периодически и аperiodическая переменность.

Тема 17. Популяции аккрецирующих компактных объектов в галактиках.

Калибровочные соотношения для маломассивных и массивных рентгеновских двойных в звездообразующих и пассивно-эволюционирующих галактиках. Ультра-яркие источники.

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/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)

- Сайт Федерального Космического агентства - <http://www.federspace.ru/1272/>

- Физика космоса - astronet.ru

Сулейманов В.Ф. Рентгеновская астрономия - <http://www.astronet.ru/db/msg/1174809/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Для освоения дисциплины читаются лекции, проводятся лабораторные занятия. Учащимся рекомендуется самостоятельно вести конспекты лекций, где стоит особое внимание уделить собственным вопросам, возникающим во время слушания лекций. Если эти вопросы останутся после самостоятельной проработки лекционного материала с использованием рекомендованной литературы, то их следует задать преподавателю на следующей лекции.
практические занятия	Практические занятия проводятся под руководством преподавателя в учебной аудитории, они направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. Во время практических занятий студентам рекомендуется выполнять поставленные перед ними задачи с помощью полученных ранее знаний, а также консультаций преподавателя.
самостоятельная работа	После каждой лекции обучающемуся следует внимательно прочитать и разобрать конспект лекций, понять и запомнить все новые определения, воспроизвести математические выводы формул самостоятельно. При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих сокурсников или обратиться за помощью к лектору. Материал для самостоятельного изучения следует осваивать по доступным письменным и электронным источникам с учетом рекомендаций преподавателя. При самостоятельном решении задач следует четко следовать рекомендованным преподавателем.
экзамен	Для контроля усвоения данной дисциплины предусмотрен экзамен, на котором студентам необходимо ответить на вопросы экзаменационных билетов. Оценка по экзамену является итоговой по курсу и проставляется в приложении к диплому. На экзамен студенты заходят по одному и тянут билет, а потом долго думают над ответом.

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.

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 специальности: 03.05.01 "Астрономия" и специализации "Астрофизика и космология".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: Астрофизика и космология

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Общая астрофизика / А. В. Засов, К. А. Постнов; МГУ, Физ. фак., Гос. астроном. ин-т им. П.К. Штернберга. - [2-е изд., испр. и доп.]. - Фрязино: Век 2, 2011, 2015. - 573 с. (НБ - 18 экз.).
2. Маров, М. Я. Космос: От Солнечной системы вглубь Вселенной / М. Я. Маров. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017. - 536 с. - ISBN 978-5-9221-1711-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/105003> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Фундаментальные космические исследования : монография : в 2 книгах. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. - Книга 1 : Астрофизика - 2014. - 452 с. - ISBN 978-5-9221-1549-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59705> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Небо и телескоп / К. В. Куимов, В. Г. Курт, Г. М. Рудницкий [и др.]. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017. - 436 с. - ISBN 978-5-9221-1734-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/105014> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Гусейханов, М. К. Основы астрофизики : учебное пособие / М. К. Гусейханов. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-8114-4037-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/114694> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Сурдин, В. Г. Звезды : учебное пособие / В. Г. Сурдин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 428 с. - ISBN 978-5-9221-1116-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2332> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Сулейманов В.Ф. Рентгеновская астрономия: методическое пособие к Специальному практикуму по астрофизике для студентов 4 курса специальности 'Астрономия' / В.Ф. Сулейманов; Казанский госуд.ун-т. - Казань: КГУ, 1998. - 58 с. - Текст : электронный. - URL: https://kpfu.ru/portal/docs/F_548716393/Sulejmanov.V.F..Rengenovskaya.astronomiya.pdf (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.08 Рентгеновская астрономия*

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

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: Астрофизика и космология

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

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 "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.