

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
Проф. Д.А. Гаюровский
ДЕПАРТАМЕНТ
ОБРАЗОВАНИЯ
(ДО КФУ)



01 » июня 2021 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Теория симметрии

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

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): доцент, к.н. Соловьев О.В. (Кафедра теоретической физики, Отделение физики), Oleg.Solovyev@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-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

терминологию теории групп, основные свойства групп, основные положения теории линейных представлений групп

Должен уметь:

выделять теоретико-групповую проблематику в физических задачах

Должен владеть:

навыками использования теоретико-группового аппарата для решения физических проблем, составления таблиц умножения групп, использования таблиц характеров для разложения представлений групп на неприводимые составляющие

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.02 "Физика (Физика квантовых систем и квантовые технологии)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 5 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 - 64 часа(ов), в том числе лекции - 28 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 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. Основные понятия теории групп. Примеры групп.	5	6	0	8	0	0	0	11

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная рабо- та
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лаборато- рные работы, всего	Лаборато- рные в эл. форме	
2.	Тема 2. Линейные представления групп.	5	8	0	10	0	0	0	11
3.	Тема 3. Группа вращений.	5	8	0	10	0	0	0	11
4.	Тема 4. Некоторые физические приложения теории групп.	5	6	0	8	0	0	0	11
	Итого		28	0	36	0	0	0	44

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Основные понятия теории групп. Примеры групп.

Групповые аксиомы. Коммутативные группы. Подгруппы. Конечные и непрерывные группы. Циклические группы. Порядок элемента группы. Смежные классы по подгруппе. Теорема Лагранжа. Классы сопряженных элементов. Инвариантные подгруппы. Фактор-группа. Изоморфизм и гомоморфизм групп. Основная теорема о гомоморфизме. Прямое произведение групп. Таблица умножения конечной группы. Теорема Кэли. Точечные группы симметрии.

Тема 2. Линейные представления групп.

Определение линейных представлений. Размерность представлений. Эквивалентные, унитарные, приводимые, неприводимые (НП), вполне приводимые представления. Матрицы вполне приводимых представлений. Разложение приводимых унитарных представлений. Унитарность представлений конечных групп. Леммы Шура. Соотношения ортогональности матричных элементов НП. Характер представления. Соотношения ортогональности характеров НП. Регулярное представление конечной группы и его разложение по НП. Соотношения Бернсайда. Комплексно-сопряженные представления. Прямое произведение линейных пространств, линейных операторов и матриц. Прямое произведение представлений группы. Метод Бете вычисления характеров НП конечных групп. Канонические базисы в пространствах, на которых осуществляются приводимые представления.

Тема 3. Группа вращений.

Группа вращений в трехмерном пространстве. Различные параметризации группы. Непрерывные представления группы вращений. Инфинитезимальные операторы НП, их свойства. Матрицы инфинитезимальных операторов в каноническом базисе. Представления на сферических функциях. Двухзначные представления. Гомоморфизм группы SU2 на группу O3+. Связь НП двумерной унитарной группы и группы вращений. Произведения НП группы вращений. Сложение моментов. Разложение произведения двух НП. Матрицы НП группы вращений (обобщенные сферические функции). Коэффициенты Клебша-Гордона для группы вращений. Связь комплексно-сопряженных НП. Понятие о 3j-символах.

Тема 4. Некоторые физические приложения теории групп.

Классификация нормальных координат колеблющейся молекулы по неприводимым представлениям ее группы симметрии. Классификация уровней энергии и волновых функций стационарных состояний квантовомеханической системы по неприводимым представлениям ее группы симметрии. Теорема Вигнера-Экарта и способы ее применения.

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

Аминов, Л.К. Теория групп и ее приложения. Конспект лекций и задачи [Электронный ресурс] / Л.К. Аминов, А.С. Кутузов, Ю.Н. Прошин // Учебное пособие. - Казань: Казан. ун-т, 2015. - 123 с. - <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/20303>

Аминов, Л.К. ЭОР Теория групп и ее приложения / Л.К. Аминов, А.С. Кутузов, Ю.Н. Прошин / - <http://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=619>

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)

Методические материалы кафедры теоретической физики КФУ -

<http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-teoreticheskoy-fiziki/metodicheskie-materialy>

Образовательный проект А.Н. Варгина - <https://www.ph4s.ru/catalog/fizika/>

Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ - <http://lib.mexmat.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Для овладения дисциплиной чрезвычайно важным является усвоение лекционного материала. Необходимо посещать все лекции, во время лекции следует вести конспект. После каждой лекции студенту следует внимательно прочитать и разобрать конспект (а также презентацию, представленную лектором, в случае ее наличия), при этом:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понять и запомнить все новые определения; - понять все математические выкладки и лежащие в их основе физические положения и допущения; воспроизвести все выкладки самостоятельно, не глядя в конспект; - выполнить или доделать выкладки, которые лектор предписал сделать самостоятельно (если таковые имеются); - если лектор предписал разобрать часть материала более подробно самостоятельно по письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать; - студенты могут получить дополнительную информацию по вопросам, вызывающим затруднения, на консультациях с преподавателем; в случае возникновения затруднений с усвоением материала, необходимо в как можно более краткие сроки обратиться за консультацией к преподавателю, предварительно четко сформулировав список вопросов.
практические занятия	<p>Для наиболее эффективного усвоения материала практического занятия рекомендуется провести подготовку к нему: 1) выполнить заданное на предыдущем практическом занятии домашнее задание (подробнее рекомендации об этом см. в пункте 'Самостоятельная работа'); в случае возникновения сложностей с его выполнением, быть готовым кратко их сформулировать на занятии; 2) разобрать лекционный материал предстоящего практического занятия. При возникновении трудностей с выполнением домашнего задания также рекомендуется проконсультироваться у своих одногруппников или сокурсников, приветствуется совместный поиск решений. Также можно обратиться за помощью к преподавателю. Пропустив какое-либо занятие, студенту следует скопировать решение разобранных на занятии задач из тетрадей одногруппников; разобрать их решение, решить их самостоятельно, а также решить задачи домашнего задания.</p>
самостоятельная работа	<p>В самостоятельной работе студента можно выделить несколько составляющих.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Работа над лекционным материалом - подробнее см. в пункте 'Лекции'. - Самостоятельное изучение части материала (например, лекционного). Если часть учебного материала отведена на самостоятельное изучение, то необходимо приступить к этому незамедлительно после указания преподавателя и освоить материал в отведенные им сроки. Материал следует изучить по доступным письменным и электронным источникам, о которых сообщит преподаватель. - В самостоятельной работе студентов над домашним заданием можно выделить две составляющие: 1) разбор решений задач аудиторных (практических) занятий, 2) самостоятельное решение домашних задач. После каждого аудиторного занятия студент должен сначала решить самостоятельно (не глядя в рабочую тетрадь) те задачи, которые решил преподаватель во время занятия. При возникновении трудностей во время решения какой-нибудь задачи следует разобрать решение этой задачи в тетради. Затем следует решить задачу самостоятельно без тетради. Сколько бы раз не приходилось возвращаться к тетради, настоятельно рекомендуется научиться воспроизводить решение самостоятельно. Затем следует приступить к решению задач из домашнего задания. При возникновении трудностей с выполнением домашнего задания также рекомендуется проконсультироваться у своих одногруппников или сокурсников, приветствуется совместный поиск решений. Также можно обратиться за помощью к преподавателю. Пропустив какое-либо занятие, студенту следует скопировать решение разобранных на занятии задач из тетрадей одногруппников; разобрать их решение, решить их самостоятельно, а также решить задачи домашнего задания.

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>Залогом успешной сдачи зачета являются систематические, добросовестные занятия студента в течение семестра. Однако это не отменяет необходимости специальной работы перед сессией и в период сдачи зачетов. Специфической задачей работы студента в период зачетной сессии являются повторение, обобщение и систематизация всего материала, который изучен в течение семестра. Начинать повторение рекомендуется за месяц-полтора до начала сессии.</p> <p>В основу повторения должна быть положена только программа. Не следует повторять ни по билетам, ни по контрольным вопросам. Повторение по билетам нарушает систему знаний и ведет к механическому заучиванию. Повторение по различного рода контрольным вопросам приводит к пропускам и пробелам в знаниях и к недоработке иногда весьма важных разделов программы. Повторение - процесс индивидуальный; каждый студент повторяет то, что для него трудно, неясно, забыто. Поэтому, прежде чем приступить к повторению, рекомендуется сначала внимательно посмотреть программу, установить наиболее трудные, наименее усвоенные разделы и выписать их на отдельном листе.</p> <p>В процессе повторения анализируются и систематизируются все знания, накопленные при изучении программного материала: данные учебника, записи лекций, конспекты прочитанных книг, заметки, сделанные во время консультаций или семинаров, и др. Ни в коем случае нельзя ограничиваться только одним конспектом, а тем более, чужими записями. Всякого рода записи и конспекты - вещи сугубо индивидуальные, понятные только автору. Готовясь по чужим записям, легко можно впасть в очень грубые ошибки. Само повторение рекомендуется вести по темам программы и по главам учебника. Закончив работу над темой (главой), необходимо ответить на вопросы учебника или выполнить задания, а самое лучшее - воспроизвести весь материал.</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.

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 квантовых систем и квантовые технологии".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Основная литература:

1. Курош, А. Г. Теория групп : справочник / А. Г. Курош. - 4-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 648 с. - ISBN 5-8114-0616-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167708> (дата обращения: 18.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Аминов, Л.К. Теория групп и ее приложения. Конспект лекций и задачи: учебное пособие / Л.К. Аминов, А.С. Кутузов, Ю.Н. Прошин. - Казань: Казан. ун-т, 2015. - 123 с. - Текст: электронный. - URL: <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/20303> (дата обращения: 18.05.2021). - Режим доступа: свободный.
3. Квантовая теория углового момента и её приложения : монография : в 2 томах / Д. А. Варшалович, В. К. Херсонский, Е. В. Орленко, А. Н. Москалев. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. - Том 1 - 2017. - 568 с. - ISBN 978-5-9221-1697-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/104983> (дата обращения: 18.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Каргаполов, М. И. Основы теории групп : учебное пособие / М. И. Каргаполов, Ю. И. Мерзляков. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 288 с. - ISBN 978-5-8114-0894-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/177> (дата обращения: 18.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Хамермеш, М. Теория групп и ее применение к физическим проблемам: перевод с английского / М. Хамермеш; Пер. Ю. А. Данилова. - Издание 3-е. - Москва: Либроком, 2010. - 584 с. (54 экз. в библиотеке КФУ).
3. Ляпин, Е. С. Упражнения по теории групп : учебное пособие / Е. С. Ляпин, А. Я. Айзенштаг, М. М. Лесохин. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 272 с. - ISBN 978-5-8114-1015-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/528> (дата обращения: 18.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

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 квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

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.