

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

Нелинейные волновые процессы в ближнем космическом пространстве

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовые устройства и радиофотоника

Квалификация выпускника: магистр

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): заведующий кафедрой, к.н. (доцент) Насыров И.А. (Кафедра радиоэлектроники, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), Igor.Nasyrov@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 фундаментальные знания в области физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач, в том числе в сфере педагогической деятельности;
ПК-1	Способностью использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Обучающийся должен знать закономерности распространения электромагнитных волн в нелинейных диспергирующих средах.

Должен уметь:

Уметь решать задачи, связанные с вопросами распространения электромагнитных волн в ближнем космическом пространстве. В частности, использовать приближённые методы расчёта дифрагирующего поля с помощью интеграла Кирхгофа; метода параболического уравнения; квазиоптического приближения.

Должен владеть:

Обучающийся должен владеть навыками разработки компьютерных программ для расчёта распространения радиоволн волн в плоско-слоистой и сферически-слоистой неоднородной ионосфере в геометро-оптическом приближении.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.01.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.03 "Радиофизика (Квантовые устройства и радиофотоника)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 42 часа(ов), в том числе лекции - 28 часа(ов), практические занятия - 14 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 138 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	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	
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. Плоские волны в однородной изотропной среде	2	2	0	0	0	0	0	4
2.	Тема 2. Распространение волн в диспергирующих средах.	2	4	0	2	0	0	0	16
3.	Тема 3. Распространение электромагнитных волн в анизотропных средах.	2	4	0	2	0	0	0	16
4.	Тема 4. Нелинейные эффекты при распространении волн в диспергирующих средах.	2	4	0	2	0	0	0	24
5.	Тема 5. Нелинейные волновые процессы в средах со слабой дисперсией.	2	2	0	2	0	0	0	24
6.	Тема 6. Распространение волн в неоднородных средах.	2	4	0	2	0	0	0	24
7.	Тема 7. Распространение ограниченных волновых пучков. Дифракция.	2	4	0	2	0	0	0	16
4.2	Тема 8. Распространение волновых пучков и волновых пакетов в нелинейных диспергирующих средах.	2	4	0	2	0	0	0	14
	Тема 1. Плоские волны в однородной изотропной среде. Плоские волны. Плоские электромагнитные волны в однородной изотропной среде. Поток энергии. Поляризация электромагнитных волн. Отражение и преломление плоских волн на плоской границе раздела.						0	0	138

Тема 2. Распространение волн в диспергирующих средах.

Уравнение электромагнитного поля в среде с дисперсией. Частотная дисперсия диэлектрической проницаемости. Связь между дисперсией и поглощением. Дисперсионные соотношения Крамерса-Кроннинга. Дисперсия при распространении электромагнитных волн в диэлектриках. Диэлектрическая проницаемость и распространение волн в средах со свободными зарядами. Распространение волн в релаксирующих средах. Распространение сигнала (волнового пакета) в диспергирующей среде.

Тема 3. Распространение электромагнитных волн в анизотропных средах.

Общие закономерности распространения электромагнитных волн в анизотропных средах. Распространение плоских волн в кристаллических средах. Магнитоактивные среды. Тензор диэлектрической проницаемости плазмы в постоянном магнитном поле. Распространение плоских высокочастотных волн в магнитоактивной плазме. Распространение низкочастотных и магнитогидродинамических волн в плазме.

Тема 4. Нелинейные эффекты при распространении волн в диспергирующих средах.

Уравнения для нелинейных волн и методы их анализа. Генерация второй гармоники. Распадная неустойчивость волн. Взрывная неустойчивость волн в неравновесных средах. Самовоздействие волн. Нелинейная дисперсия и нелинейное поглощение.

Тема 5. Нелинейные волновые процессы в средах со слабой дисперсией.

Простые волны. Нелинейные взаимодействия в простых волнах. Распространение волн, содержащих разрывы. Нелинейные волны в диссипативной среде. Генерация низкочастотного спектра в поле амплитудно-модулированной волны. Нелинейные волны в диспергирующей среде.

Тема 6. Распространение волн в неоднородных средах.

Приближения геометрической оптики. Геометрическая оптика слоисто-неоднородной среды. Геометрическая оптика плоскостной среды. Точное решение уравнений для комплексных амплитуд для плоскостной среды. Уравнения для электромагнитных и звуковых волн плоскостных средах.

Тема 7. Распространение ограниченных волновых пучков. Дифракция.

Метод Кирхгофа. Угловой спектр плоских волн. Приближённые методы расчёта дифрагирующего поля с помощью интеграла Кирхгофа. Параболическое уравнение в теории дифракции. Квазиоптическое приближение. Отражение ограниченных волновых пучков. Обобщение метода Кирхгофа для векторных полей. Метод Кирхгофа - Котлера.

Тема 8. Распространение волновых пучков и волновых пакетов в нелинейных диспергирующих средах.

Нелинейная квазиоптика. Нелинейная геометрическая оптика. Дифракция волн в нелинейных средах. Волноводное распространение пучков. Самовоздействие волновых пакетов в диспергирующей среде.

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)

Молотков и др. Нелинейные локализованные волновые процес - http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_65807

Нелинейные волновые процессы -

http://tm.spbstu.ru/%D0%9D%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%B2%D0

Фортов и др. Энциклопедия низкотемпературной плазмы. - http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_27162

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	При изучении и проработке теоретического материала для студентов необходимо: - повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы; - при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в учебной программе литературные и интернет источники; - ответить на контрольные вопросы по темам и разделам дисциплины.
практические занятия	Лабораторные работы проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над учебной и научной литературой. При подготовке к лабораторной работе студентам необходимо: - изучить, повторить теоретический материал по заданной теме; - изучить материалы лабораторной работы по заданной теме, уделяя особое внимание расчетным формулам; - при выполнении расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов включает подготовку к устному опросу. Для этого студент изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Эффективность подготовки студентов зависит от качества ознакомления с рекомендованной литературой. Для подготовки к устному опросу студенту необходимо ознакомиться с материалом, посвященным изучаемой теме в учебнике или другой рекомендованной литературе, записях с лекционного занятия. Развернутый ответ должен следовать определенной логике и последовательности изложения, состоять из многих предложений, содержать доводы и выводы. Критерии оценки: оценки студентов будут зависеть от полноты ответов на вопросы, уровня начитанности, наличия убедительных фактов и аргументов, логики изложения, языка и стиля, глубины анализа источников.

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>Готовиться к зачету необходимо последовательно, с учетом контрольных вопросов, разработанных преподавателем кафедры. Сначала следует определить место каждого контрольного вопроса в соответствующем разделе темы учебной программы, а затем внимательно прочитать и осмыслить рекомендованные научные работы, соответствующие разделы рекомендованных учебников. При этом полезно делать краткие выписки и заметки. Работу над темой можно считать завершенной, если вы сможете ответить на все контрольные вопросы и дать определение понятий по изучаемой теме.</p> <p>Для обеспечения полноты ответа на контрольные вопросы и лучшего запоминания теоретического материала рекомендуется составлять план ответа на контрольный вопрос. Это позволит сэкономить время для подготовки непосредственно перед экзаменом за счет обращения не к литературе, а к своим записям.</p> <p>При подготовке необходимо выявлять наиболее сложные, дискуссионные вопросы, с тем, чтобы обсудить их с преподавателем на обзорных лекциях и консультациях. Нельзя ограничивать подготовку к экзамену простым повторением изученного материала. Необходимо углубить и расширить ранее приобретенные знания за счет новых идей и положений.</p> <p>Результат по сдаче зачета объявляется студентам, вносится в экзаменационную ведомость. Незачет проставляется только в ведомости.</p> <p>При получении незачета повторная сдача осуществляется в другие дни, установленные деканатом. Зачет выставляют, если студент усвоил учебный материал, исчерпывающе, логически, грамотно изложив его, показал знания специальной литературы, не допускал существенных неточностей, а также правильно применял понятийный аппарат.</p> <p>Готовиться к зачету необходимо последовательно, с учетом контрольных вопросов, разработанных преподавателем кафедры. Сначала следует определить место каждого контрольного вопроса в соответствующем разделе темы учебной программы, а затем внимательно прочитать и осмыслить рекомендованные научные работы, соответствующие разделы рекомендованных учебников. При этом полезно делать краткие выписки и заметки. Работу над темой можно считать завершенной, если вы сможете ответить на все контрольные вопросы и дать определение понятий по изучаемой теме.</p> <p>Для обеспечения полноты ответа на контрольные вопросы и лучшего запоминания теоретического материала рекомендуется составлять план ответа на контрольный вопрос. Это позволит сэкономить время для подготовки</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.

Плавательный бассейн.

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 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе "Квантовые устройства и радиофотоника".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.01.02 Нелинейные волновые процессы в ближнем
космическом пространстве*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовые устройства и радиофотоника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Багдоев, А. Г. Линейные и нелинейные волны в диспергирующих сплошных средах: учебное пособие / А. Г. Багдоев, В. И. Ерофеев, А. В. Шекоян. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 320 с. - ISBN 978-5-9221-1149-2. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2665> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Гурбатов, С. Н. Волны и структуры в нелинейных средах без дисперсии. Приложения к нелинейной акустике : монография / С. Н. Гурбатов, О. В. Руденко, А. И. Саичев. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 496 с. - ISBN 978-5-9221-1042-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2171> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Гурбатов, С. Н. Волны и структуры в нелинейных средах без дисперсии: монография / С. Н. Гурбатов, О. В. Руденко, А. И. Саичев. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 496 с. - ISBN 978-5-9221-1042-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59525> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Каганов В.И., Колебания и волны в природе и технике. Компьютеризированный курс: учебное пособие для вузов. / В.И. Каганов - М.: Горячая линия - Телеком, 2015. - 333 с. - ISBN 978-5-9912-0534-4 - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента ': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991205344.html> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Волощенко, А. П. Нелинейные волновые процессы : учебное пособие / А. П. Волощенко, С. П. Тарасов, П. П. Пивнев ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. - 114 с. - ISBN 978-5-9275-3572-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1308365> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.

*Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.01.02 Нелинейные волновые процессы в ближнем
космическом пространстве*

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

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовые устройства и радиофотоника

Квалификация выпускника: магистр

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 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.