

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

_____ Д.А. Таюрский

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Квантовая и оптическая электроника

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Нанотехнологии и микросистемная техника

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

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, д.н. (доцент) Воронина Е.В. (Кафедра физики твердого тела, Отделение физики), Elena.Voronina@kpfu.ru ; ассистент, б.с. Иванова А.Г. (Кафедра физики твердого тела, Отделение физики), 19ivanova91@gmail.com ; заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Калачев А.А. (Кафедра оптики и нанофотоники, Отделение физики), AAKalachev@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:

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные достижения и современные направления развития лазерной техники, физические принципы функционирования лазеров, особенности лазерного излучения, физические принципы функционирования фотоэлектронных приемников излучения, принципы лазерной оптической связи

Должен уметь:

ориентироваться в современных типах лазеров, фотоприемников, модуляторов, световодов.

Должен владеть:

-навыками чтения и изображения оптоэлектронных схем на основе современной элементной базы
-навыками работы с лабораторными макетами различных лазеров, модуляторов, а также контрольно-измерительной аппаратурой

Должен демонстрировать способность и готовность:

- объяснять физические эффекты, используемые для осуществления работы оптоэлектронных и квантовых приборов и устройств, генерации, усиления, преобразования и модуляции оптических колебаний;
- выполнять расчеты, связанные с выбором режимов работы и определением параметров оптоэлектронных и квантовых приборов и устройств ;
- работать с лабораторными макетами различных лазеров, модуляторов и дефлекторов, а также контрольно-измерительной аппаратурой
- проводить компьютерное моделирование и проектирование оптоэлектронных и квантовых приборов и устройств

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.08.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника (Нанотехнологии и микросистемная техника)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе в 7, 8 семестрах.

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 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

Контактная работа - 132 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 60 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 120 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре; 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Физические основы взаимодействия излучения с веществом	7	2	9	0	10
2.	Тема 2. Устройство и принципы работы лазеров	7	6	9	0	16
3.	Тема 3. Свойства лазерного излучения	7	5	9	0	14
4.	Тема 4. Типы лазеров	7	5	9	0	14
5.	Тема 5. Источники излучения для оптоэлектроники	8	4	0	15	16
6.	Тема 6. Фотоэлектронные приемники излучения	8	6	0	15	16
4.2	Содержание дисциплины (модуля)	8	4	0	15	17
	Тема 1. Физические основы взаимодействия излучения с веществом					
	Тема 8. Волоконно-оптические линии связи	8	4	0	15	17
	1.1. Волновое уширение. Уширение при столкновениях. Уширение в твердых телах. Уширение линий в магнитных и электрических полях.					
	Основные элементы в оптоэлектронике являются: - источники света (излучатели), в первую очередь это лазеры и светодиоды; - оптические среды (в частном случае линии связи); - фотоприемники (фотоэлементы, ФЭУ, фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы и т.д.);					

Тема 2. Устройство и принципы работы лазеров

- 2.1. Рабочее вещество
- 2.2. Создание инверсии
- 2.3. Условия создания инверсной населенности
- 2.4. Двухуровневая система
- 2.5. Трехуровневые системы
- 2.6. Четырехуровневая система
- 2.7. Оптические резонаторы
- 2.8. Условия самовозбуждения и насыщения усиления
- 2.9. Импульсная генерация, модуляция добротности и синхронизация мод

Тема 3. Свойства лазерного излучения

- 3.1. Монохроматичность
- 3.2. Когерентность
- 3.3. Поляризация излучения
- 3.4. Направленность и возможность фокусирования излучения
- 3.5. Яркость и мощность излучения

Тема 4. Типы лазеров

- 4.1. Твердотельные лазеры
- 4.2. Рубиновый лазер
- 4.3. Неодимовый стеклянный лазер
- 4.4. Газовые лазеры
- 4.5. Атомные лазеры
- 4.6. Лазеры на парах металлов
- 4.7. Ионные лазеры
- 4.8. Молекулярные лазеры
- 4.9. Полупроводниковые лазеры

4.10. Жидкостные лазеры

Тема 5. Источники излучения для оптоэлектроники

5.1. Светодиоды

5.2. Полупроводниковые лазеры на p-n переходе

Приборы, в которых осуществляется преобразование электрической энергии в световую, относятся к излучающим. Рассматриваются основные типы излучающих твердотельных приборов.

Тема 6. Фотоэлектронные приемники излучения

6.1. Поглощение оптического излучения полупроводниками

6.2. Фоторезистивный эффект и приборы на его основе

6.3. Фотоэлектрический эффект в p-n переходе

6.4. Фотоэлектронные приборы в вентильном режиме

6.5. Фотодиоды

6.6. Фототранзисторы и фототиристоры

6.7. Оптоэлектронные пары

Тема 7. Модуляция лазерного излучения

7.1. Физические основы модуляции лазерного излучения

7.2. Оптические модуляторы

Среди модуляционных устройств можно выделить: - модуляторы - устройства для изменения по заданному закону во времени одного или нескольких параметров лазерного излучения; - дефлекторы; - пространственно-временные модуляторы

Тема 8. Волоконно-оптические линии связи

8.1. Элементная база ВОЛС

8.2. Классификация ВОЛС

С появлением лазеров появилась возможность использования электромагнитных колебаний оптического диапазона в системах связи. Волоконные световоды являются основой современных волоконно-оптических линий связи. Структурная схема включает в себя: КУ, передатчик, оптический кабель, ретранслятор, приемник, выходное ДКУ.

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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/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

Лазерный портал - <http://www.laser-portal.ru/>

Образовательные материалы НГУ по лазерам и фотонике - <http://www.nsu.ru/srd/lrs/russian/lrs-teach.htm>

Сайт, посвященный 50 летию открытия лазеров - <http://www.laserfest.org>

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)

Всероссийская школа по лазерной физике и лазерным технологиям - <http://www.vniief.ru/scienceevents/laserschool/>
 Журнал Квантовая электроника - <https://www.quantum-electron.ru/pa.phtml?page=geninfo>

Физическая энциклопедия -

https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/1855/%D0%9E%D0%9F%D0%A2%D0%9E%D0%AD%D0%9B%D0%95%D0%9A

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Можно выделить несколько видов самостоятельной работы обучающихся при изучении данной дисциплины.</p> <p>Разбор и усвоение лекционного материала. После каждой лекции обучающемуся следует внимательно прочитать и разобрать конспект, при этом:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Понять и запомнить все новые определения. - Найти в сети Интернет указанные ссылки и провести действия, рекомендованные преподавателем. - Если лектор предписал разобрать часть материала более подробно самостоятельно по доступным письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать. - При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих одногруппников или сокурсников. Также можно обратиться за помощью к лектору. Для этого можно лично подойти к преподавателю, либо написать ему электронное письмо, сформулировав в нём возникающие вопросы. К письму можно прикрепить какие-либо электронные материалы, связанные с возникшими вопросами.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	Практические занятия проходят в форме дискуссии, обсуждения предложенных преподавателем тем по выполненным лабораторным работам. Обучающийся должен подготовить выступление, представить материал для обсуждения полученных в лабораторных работах результатов. Выступление может быть организовано в форме презентации.
лабораторные работы	Работа на лабораторных занятиях предполагает активное участие в обсуждении рассматриваемых вопросов. При подготовке к занятиям рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем на лекциях, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем. Тогда будет проще составить собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу. Практические задания выдаются преподавателем и предполагают самостоятельное решение. Однако при необходимости можно посоветоваться с преподавателем.
самостоятельная работа	Самостоятельное изучение части материала. 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. - постановка проблемы; - варианты решения; - аргументы в пользу тех или иных вариантов решения. На основе выделения этих элементов проще составлять собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу.
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции, а также на источники, которые указаны в списке литературы. В каждом билете на зачете содержится два вопроса. По каждому вопросу должен быть подготовлен развернутый, исчерпывающий ответ. При неполном ответе могут быть заданы дополнительные наводящие вопросы.
зачет	Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы. При подготовке к зачету необходимо повторить материал, согласно списку вопросов, выносимых на зачет. На каждый вопрос студент должен знать ответ хотя бы на уровне определений. Следует учесть, что часть материала отводится на самостоятельное изучение, поэтому в списке вопросов могут затрагиваться темы, которые не были рассмотрены на аудиторных занятиях. Подготовка к зачету предполагает самостоятельную работу с конспектами лекций и практических занятий, работу с литературой. При затруднении в поиске ответа на какой-либо вопрос необходимо обратиться к преподавателю в отведенное на консультацию время.

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

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

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

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

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

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

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки "Нанотехнологии и микросистемная техника".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.08.02 Квантовая и оптическая электроника

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Нанотехнологии и микросистемная техника

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Основная литература:

1. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Игнатов. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 596 с. <https://e.lanbook.com/book/95150>
2. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Л. Киселев. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 316 с. <https://e.lanbook.com/book/91904>
3. Приборы квантовой и оптической электроники : курс лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Ю. Юрчук [и др.]. - Электрон. дан. - Москва : МИСИС, 2016. - 118 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93631>

Дополнительная литература:

1. Лазеры: применения и приложения [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Борейшо [и др.] ; под ред. А. С. Борейшо. Ильин М. Ю., Ким А. А., Киселев И. А., Клочков Д. В., Коняев М. А., Кочин Л. Б., Лугиня В. С., Малькова Н. Ю., Морозов А. В., Никулин Е. Н., Страхов С. Ю., Федин А. В., Чугреев А. В.. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 520 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/87570>
2. Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 560 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5856>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.08.02 Квантовая и оптическая электроника

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

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Нанотехнологии и микросистемная техника

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

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.