

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Физические основы микро- и наносистемной техники

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Дулов Е.Н. (Кафедра физики твердого тела, Отделение физики), Evgeny.Dulov@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 решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования
ОПК-7	Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- физические процессы, происходящие в полупроводниках и приборах на их основе;
- технологические особенности синтеза полупроводниковых материалов и построения на их основе микро- и наноразмерных структур для электроники;
- физические основы наноэлектроники - условия возникновения размерного квантования электронного газа в полупроводниковых структурах, специфические эффекты, возникающими вследствие такого квантования;
- механизмы переноса носителей заряда в низкоразмерных системах и полупроводниковых приборах на основе таких систем;
- фотоэлектрические, оптические и люминесцентные явления в гетероструктурах;
- физические принципы работы основных структур и компонентов нано- и микросистемной техники;

Должен уметь:

- измерять на современном оборудовании физические параметры полупроводниковых приборов на основе гетероструктур;
- применять методы моделирования с целью эффективной оптимизации свойств материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, процессов нанотехнологий.

Должен владеть:

- навыками расчета основных параметров материалов и компонентов нано- и микросистемной техники;
- навыками системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности

Должен демонстрировать способность и готовность:

- системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.18 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника (Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и наноэлектронной техники)" и относится к обязательной части ОПОП ВО. Осваивается на 4 курсе в 7 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 - 18 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 18 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 7 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. Тема 1. Типы химической связи в твердых телах. Зонная структура твердых тел. Электроны и дырки. Эффективная масса. Статистика носителей заряда в полупроводниках.	7	2	0	6	0	0	0	4
2.	Тема 2. Тема 2. Электропроводность и подвижность. Механизмы рассеяния носителей заряда. Термоэлектрические явления и электронная теплопроводность. Эффект Холла.	7	2	0	6	0	2	0	4
3.	Тема 3. Тема 3. Электропроводность в сильных электрических полях. Эффект Ганна.	7	2	0	6	0	0	0	4
4.	Тема 4. Тема 4. Уравнение непрерывности. Время жизни неравновесных носителей заряда.	7	2	0	6	0	3	0	4
5.	Тема 5. Тема 5. Диффузия носителей заряда. Работа выхода. Р-п переход в состоянии термодинамического равновесия и выпрямление на р-п переходе. Разновидности диодов.	7	2	0	6	0	3	0	4
6.	Тема 6. Тема 6. Биполярные транзисторные структуры. Тиристоры - устройство, принцип действия. Униполярные транзисторные структуры. ППЗУ на МОП-транзисторах. ФотоПЗС.	7	2	0	6	0	4	0	4
7.	Тема 7. Тема 7. Поглощение электромагнитного излучения в полупроводниках.	7	2	0	6	0	0	0	3
8.	Тема 8. Тема 8. Люминесценция полупроводников. Инверсная заселенность и условия Бернара-Дюрафура. Квазиуровни Ферми. Потери энергии и пороговая мощность накачки.	7	2	0	6	0	4	0	0
	Итого		16	0	48	0	16	0	27

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Тема 1. Типы химической связи в твердых телах. Зонная структура твердых тел. Электроны и дырки. Эффективная масса. Статистика носителей заряда в полупроводниках.

Типы химической связи в твердых телах. Корреляция типа хим. связи, структуры и электрических свойств твердых тел. Зонная структура твердых тел. Электроны и дырки. Эффективная масса. Статистика носителей заряда в собственном полупроводнике. То же в примесном полупроводнике. Вырожденные полупроводники. Компенсированные полупроводники.

Тема 2. Тема 2. Электропроводность и подвижность. Механизмы рассеяния носителей заряда. Термоэлектрические явления и электронная теплопроводность. Эффект Холла.

Электропроводность и подвижность. Механизмы рассеяния носителей заряда - упругое и неупругое рассеяние. Рассеяние на ионизированных примесях. Рассеяние на фононах. Температурные зависимости электропроводности и подвижности. Термоэлектрические явления и электронная теплопроводность. Соотношение Видемана-Франца. Термоэдс фононного увлечения. Гальваномагнитные явления: эффект Холла и магнитосопротивление.

Тема 3. Тема 3. Электропроводность в сильных электрических полях. Эффект Ганна.

Электропроводность в сильных электрических полях. Критерий сильных полей. Закон Ома в промежуточных полях - сублинейная зависимость $J(U)$. "Горячие" электроны. Лавинная ионизация (эффект Оже) и коэффициент размножения при ЛИ. Туннельная ионизация (эффект Зинера) и термоэлектронная ионизация. Объемная неустойчивость в полупроводниках - эффект Ганна. Электрические домены.

Тема 4. Тема 4. Уравнение непрерывности. Время жизни неравновесных носителей заряда.

Уравнение непрерывности. Межзонная рекомбинация. Время жизни неравновесных носителей заряда. Динамика избыточной концентрации носителей при линейной рекомбинации. Динамика избыточной концентрации носителей при квадратичной рекомбинации. Оже-рекомбинация. Фоторезисторы для видимой, инфракрасной и ультрафиолетовой областей спектра.

Тема 5. Тема 5. Диффузия носителей заряда. Работа выхода. Р-п переход в состоянии термодинамического равновесия и выпрямление на р-п переходе. Разновидности диодов.

Диффузия носителей заряда. Коэффициент диффузии и диффузионная длина. Работа выхода. Инжекция в контакте металл-полупроводник. Р-п переход в состоянии термодинамического равновесия. Выпрямление на р-п переходе. Разновидности диодов: диоды с двойной инжекцией, туннельные диоды, стабилитроны и т.д.

Тема 6. Тема 6. Биполярные транзисторные структуры. Тиристоры - устройство, принцип действия. Униполярные транзисторные структуры. ППЗУ на МОП-транзисторах. ФотоПЗС.

Биполярные транзисторные структуры. Устройство и принцип действия. Основные характеристики. Униполярные транзисторные структуры: с управляющим р-п переходом, с изолированным затвором, с затвором Шоттки. Устройство, принцип действия, выходные и стоко-затворные характеристики. ППЗУ на МОП-транзисторах.

Тема 7. Тема 7. Поглощение электромагнитного излучения в полупроводниках.

Поглощение электромагнитного излучения в полупроводниках. Поглощение свободными носителями заряда: длинноволновый и коротковолновый пределы. Скин-эффект. Межзонное поглощение в прямозонных и непрямозонных полупроводниках, Примесное поглощение. Экситонное поглощение. Экситоны Френкеля и Ванье-Мотта.

Тема 8. Тема 8. Люминесценция полупроводников. Инверсная заселенность и условия Бернара-Дюрафура. Квазиуровни Ферми. Потери энергии и пороговая мощность накачки.

Спонтанное и вынужденное излучение. Инверсная заселенность. Способы достижения инверсной заселенности. Инжекция в вырожденном р-п переходе и условия Бернара-Дюрафура. Квазиуровни Ферми. Потери в инжекционных лазерах на токи утечки, нерезонансное поглощение, термализацию и т.д. Вынужденное излучение в резонаторе. Пороговый ток. Уменьшение потерь в гетероструктурах.

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 планируемому результату 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)

основы зонной теории - http://www1.geol.msu.ru/deps/mineral/wp-content/uploads/2014/10/fm_13_2010_fin.pdf
 полупроводниковый инжекционный лазер - kpfu.ru/portal/docs/F1007988307/Parf_Laser2.pdf
 полупроводниковый транзистор - <http://electrik.info/main/fakty/638-tranzistory-ustroystvo-i-principy-raboty.html>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	При конспектировании лекций стараться кратко записать все, а не просто переписывать с доски только формулы. Иногда приходится сталкиваться на экзамене с тем, что формулы написаны верно, а их физический смысл, допущения, сделанные при выводе, область применения того или иного соотношения студент не знает
практические занятия	Практические занятия проводятся в виде семинаров по темам, предложенным преподавателем. При подготовке к семинарам 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 авторам могут быть даны различные ответы
лабораторные работы	Перед выполнением лабораторной работы необходимо тщательно ознакомиться с основами теории и методики выполнения эксперимента. Пройти собеседование с преподавателем по этим вопросам, уточнить непонятные моменты, получить допуск на выполнение работы. Выполнить эксперимент, обработать результаты подготовить отчет в письменной форме
самостоятельная работа	Поскольку 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 сообщает преподаватель. Схема изучения материала: - 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. При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется 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
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции, а также на источники, которые указаны в списке литературы. В каждом билете на экзамене содержится по два вопроса. Высокая положительная оценка выставляется при полном развернутом ответе на оба. Преподаватель оставляет за собой право задать дополнительные вопросы, связанные с основными вопросами билета

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 "Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.18 Физические основы микро- и наносистемной техники

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Шалимова, К. В. Физика полупроводников : учебник / К. В. Шалимова. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 384 с. - ISBN 978-5-8114-0922-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210524> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Ансельм, А. И. Введение в теорию полупроводников : учебное пособие / А. И. Ансельм. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 624 с. - ISBN 978-5-8114-0762-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212255> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Чернышев, А. П. Введение в физику полупроводников и нанofизику. Специальный курс физики. Конспект лекций : учебное пособие / А. П. Чернышев. - Новосибирск : НГТУ, 2021. - 82 с. - ISBN 978-5-7782-4417-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/216137> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Климовский, А. Б. Физические основы микроэлектроники и нанoeлектроники. Физические основы элементной базы полупроводниковой электроники и работы полупроводниковых устройств : учебное пособие / А. Б. Климовский. - Ульяновск : УлГТУ, 2021. - 102 с. - ISBN 978-5-9795-2147-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/259778> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Смирнов, В. И. Физика полупроводниковых приборов : учебное пособие / В. И. Смирнов. - Ульяновск : УлГТУ, 2022. - 203 с. - ISBN 978-5-9795-2198-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/322850> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Ефимов, И. Е. Основы микроэлектроники : учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь. - 3-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 384 с. - ISBN 978-5-8114-0866-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210218> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.18 Физические основы микро- и наносистемной техники

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: Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.