

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  
01 » июня 2021 г.



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Основы кристаллографии

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: 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): заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Воронина Е.В. (Кафедра физики твердого тела, Отделение физики), Elena.Voronina@kpfu.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано-и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий
ПК-2	Готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основополагающие понятия и законы геометрической кристаллографии и кристаллохимии;  
 названия 32 классов симметрии;  
 наименование простых форм кристаллических многогранников;  
 правила индирования кристаллов;  
 основные категории кристаллохимии (морфотропия, полиморфизм, политипия, изоморфизм);  
 современные методы исследования кристаллического вещества.

Должен уметь:

решать кристаллографические задачи;

определять кристаллографические параметры для всех сингоний;

определять матрицы осей симметрии;

определять базис и параметры координационных многогранников кристаллов;

Должен владеть:

теоремами взаимодействия элементов симметрии;  
 символика Браве, Шенфлиса и Германа-Могена;  
 навыками кристаллохимического анализа по структурным данным

Должен демонстрировать способность и готовность:

применения кристаллографического подхода к анализу материалов с учетом влияния симметрии на физические свойства.

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.06.02 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 дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет 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. Кристаллическое состояние	7	2	0	2	0	0	0	2
2.	Тема 2. Основы геометрической кристаллографии	7	2	0	4	0	0	0	4
3.	Тема 3. Обратная решетка	7	2	0	2	0	0	0	4
4.	Тема 4. Основы теории групп. Симметрия кристаллов	7	4	0	2	0	0	0	6
5.	Тема 5. Структура кристаллов	7	4	0	2	0	0	0	8
6.	Тема 6. Симметрия кристаллов и физические свойства	7	2	0	4	0	0	0	6
7.	Тема 7. Кристаллография пластической деформации. Кристаллография мартенситных превращений. Кристаллография границ раздела	7	2	0	2	0	0	0	6
	Итого		18	0	18	0	0	0	36

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Кристаллическое состояние**

Основные законы кристаллографии. Закон постоянства углов. Закон рациональных параметров. Макроскопические и микроскопические характеристики кристаллов. Однородность, анизотропия и симметрия. Шар однородности, шар дискретности, узловой ряд, длина трансляции. Решетка и структура кристаллов. Преобразования симметрии.

**Тема 2. Основы геометрической кристаллографии**

Прямой кристаллографический комплекс. Обратный (полярный) комплекс. Кристаллографические проекции. Линейная, гномоническая, сферическая, гномосферическая, стереографическая, гномостереографическая проекции. Координатные сетки Вульфа и Болдырева. Определение угла между двумя направлениями. Определение эйлеровских углов поворота. Определение угла и оси поворота. Пространственная решетка. Кристаллографические символы. Символы узла, узловой прямой, плоскости. Четвертый индекс в гексагональной системе.

**Тема 3. Обратная решетка**

Обратная решетка. Свойства вектора обратной решетки. Матрица ортогонального преобразования. Преобразование индексов направлений и плоскостей при изменении системы координат. Основные формулы структурной кристаллографии. Период идентичности. Квадратичная форма. Области Вороного, ячейки Вигнера-Зейтца, зоны Бриллюэна.

**Тема 4. Основы теории групп. Симметрия кристаллов**

Симметрия кристаллов. Открытые элементы симметрии. Закрытые элементы симметрии. Поворотные оси симметрии. Матрицы поворотных элементов симметрии. Инверсионные оси. Зеркально-поворотные оси. Элементы теории групп. Изоморфные и гомоморфные группы. Таблица Кэли. Точечные группы симметрии. Энантиоморфизм. Решетка Бравэ. Пространственные группы. Несоразмерные кристаллы и квазикристаллы. Предельные группы симметрии

**Тема 5. Структура кристаллов**

Плотнейшие упаковки в структурах. Структурные типы кристаллов химических

элементов. Структурные типы соединений типа АВ. Структурные типы соединений типа АВ<sub>2</sub>. Структурные типы соединений типа А<sub>m</sub>В<sub>n</sub>С<sub>k</sub>. Сверхструктуры в твердых растворах замещения. Структура фуллеренов, фуллеритов и квазикристаллов. Структура поверхности.

#### **Тема 6. Симметрия кристаллов и физические свойства**

Принцип симметрии в кристаллофизике. Тензорное описание физических свойств

кристаллов. Кристаллофизические системы координат. Влияние симметрии кристалла на его свойства, описываемые тензорами второго ранга. Упругие свойства кристаллов. Тензор деформации. Модуль Юнга в произвольном направлении. Матричное представление группы.

#### **Тема 7. Кристаллография пластической деформации. Кристаллография мартенситных превращений. Кристаллография границ раздела**

Геометрия пластической деформации в монокристаллах. Тензор пластической деформации. Двойникование. Скольжение. Кристаллографическая текстура. Полосные фигуры. Функция распределения ориентаций. Кристаллография границ зерен. Малоугловые границы. Высокоугловые границы. Морфология мартенситных превращений. Кристаллография мартенситных превращений.

### **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

Образовательная платформа - <https://openedu.ru/course/mephi/PHISCR/?ysclid=lm7r54uic1263465116>

Образовательная платформа - [https://openedu.ru/course/ssau/OK/?session=Summer\\_2022](https://openedu.ru/course/ssau/OK/?session=Summer_2022)

### **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)

Лекции ученых МГУ - <https://www.youtube.com/playlist?list=PLcsjsqLLSfNC-OrLzmMq4etRtMUtWrmYD>

Образовательная платформа Coursera - <https://www.coursera.org/learn/crystal-structures-and-properties-of-metals?>

Платформа "Открытое образование" - [https://openedu.ru/course/mephi/PHISCR/?session=fall\\_2023#](https://openedu.ru/course/mephi/PHISCR/?session=fall_2023#)

Платформа "Открытое образование" - [https://openedu.ru/course/ssau/OK/?session=Summer\\_2022](https://openedu.ru/course/ssau/OK/?session=Summer_2022)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. В рабочих конспектах допускается делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
практические занятия	форма систематических учебных занятий, с помощью которых обучающиеся изучают тот или иной раздел определенной научной дисциплины, входящей в состав учебного плана. Практические занятия связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов программы. Учебный материал будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций и задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Решение задач следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками. Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. При подготовке к практическим занятиям следует использовать основную литературу из представленного списка, а также руководствоваться приведенными указаниями и рекомендациями. Для наиболее глубокого освоения дисциплины рекомендуется изучать литературу, обозначенную как "дополнительная" в представленном списке. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>В ходе подготовки к выполнению заданий промежуточного контроля изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Доработать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.</p> <p>Студентам рекомендуется получить в библиотеке КФУ доступ к ресурсам электронно-библиотечных систем, а также учебную литературу из фонда библиотеки, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.</p>
зачет	<p>Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.</p> <p>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.</p> <p>Следует учесть, что часть материала отводится на самостоятельное изучение, поэтому в списке вопросов могут затрагиваться темы, которые не были рассмотрены на аудиторных занятиях.</p> <p>Подготовка к зачету предполагает самостоятельную работу с конспектами лекций и практических занятий, работу с литературой.</p> <p>При затруднении в поиске ответа на какой-либо вопрос необходимо обратиться к преподавателю в отведенное на консультацию время.</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.

**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".



### 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: 2021

#### Основная литература:

1. Новоселов, К. Л. Основы геометрической кристаллографии : учебное пособие / К. Л. Новоселов. - Томск : ТПУ, 2015. - 73 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/82844> (дата обращения: 05.09.2023).
2. Основы кристаллографии : учебное пособие / О. В. Юшкова, С. Белоногова, А. И. Надолько, Безруких. - Красноярск : СФУ, 2020. - 324 с. - ISBN 978-5-7638-4181-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/181556> (дата обращения: 05.09.2023).
3. Аникина, В. И. Основы кристаллографии и дефекты кристаллического строения [Электронный ресурс] : Практикум / В. И. Аникина, А. С. Сапарова. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 148 с. - ISBN 978-5-7638-2195-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/441367> (дата обращения: 05.09.2023).

#### Дополнительная литература:

1. Батаев, И. А. Кристаллография. Методы проецирования кристаллов : учебное пособие / И. А. Батаев, А. А. Батаев, Д. В. Лазуренко. - 2-е изд., испр. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. - 72 с. - ISBN 978-5-7782-3709-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866273> (дата обращения: 05.09.2023).
2. Батаев, И. А. Кристаллография. Индексирование граней и ребер кристаллов : учебное пособие / И. А. Батаев, А. А. Батаев, С. В. Веселов. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 118 с. - ISBN 978-5-7782-3870-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866272> (дата обращения: 05.09.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Батаев, И. А. Кристаллография. Обозначение и вывод классов симметрии : учебное пособие / И. А. Батаев, А. А. Батаев. - 2-е изд., испр. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. - 60 с. - ISBN 978-5-7782-3707-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866274> (дата обращения: 05.09.2023).
4. Еремин, Н. Н. Занимательная кристаллография : учебное пособие / Н. Н. Еремин, Т. А. Еремина. - Москва : МЦНМО, 2013. - 148 с. - ISBN 978-5-4439-2154-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/56566> (дата обращения: 05.09.2023).

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.06.02 Основы кристаллографии

**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: 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.