

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**

Функциональные материалы

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика перспективных материалов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## 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 ; профессор, д.н. (доцент) Парфенов В.В. (Кафедра физики твердого тела, Отделение физики), Viktor.Parfenov@kpfu.ru ; старший научный сотрудник, к.н. Янилкин И.В. (Центр квантовых технологий, КФУ), IVYanilkin@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-5	способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки
ПК-1	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
ПК-3	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные тенденции изменения физических и химических свойств материалов в зависимости от внешних факторов и технологических условий;
- основные свойства и перспективы применения различных групп материалов;
- методы исследований материалов;
- методы и схемы расчета основных параметров материалов различного функционального назначения;

Должен уметь:

- анализировать возможность применения физических свойств материалов в создании новых приборов;
- использовать знания современных проблем и новейших достижений физики;

Должен владеть:

- принципами оценки результативности проектов по созданию функциональных материалов;
- методикой работы с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой

Должен демонстрировать способность и готовность:

- использовать профессиональные знания в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности;

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.04.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Физика перспективных материалов)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 1 курсе в 1, 2 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 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 54 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 126 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 1 семестре; экзамен 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Классификация существующих материалов. Назначение материалов. Материалы с особыми физическими свойствами.	1	2	0	0	8
2.	Тема 2. Литейные сплавы. Методы механического упрочнения поверхности.	1	4	0	0	10
3.	Тема 3. ВЫСОКОЧИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА, МЕТАЛЛЫ И МОНОКРИСТАЛЛЫ.	1	2	0	0	8
4.	Тема 4. Методы синтеза наноматериалов. Механические свойства наноматериалов.	1	4	0	0	10
5.	Тема 5. Аморфные материалы. Способы получения, свойства, применение.	1	2	0	0	8
6.	Тема 6. Смарт-материалы	1	4	0	0	10
7.	Тема 7. Бинарные полупроводниковые соединения - основа микро- и нанoeлектроники	2	4	6	0	10
8.	Тема 8. Сверхпроводники, в т.ч. "высокотемпературные": купраты, пниктиды	2	3	0	0	14
9.	Тема 9. Органические полупроводники, электреты, жидкие кристаллы. Графен и графеноподобные соединения	2	2	0	0	12
10.	Тема 10. Тонкие пленки	2	3	6	0	12
11.	Тема 11. Тонкие магнитные пленки	2	3	6	0	12
12.	Тема 12. Пленочные гетероструктуры	2	3	0	0	12
	Итого		36	18	0	126

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Классификация существующих материалов. Назначение материалов. Материалы с особыми физическими свойствами.

Анализ условий работы изделия. Воздействие физических полей: теплового, радиационного, силового, электромагнитного, акустического и др. и химически активной среды во времени. Классификация существующих материалов: типы межатомной связи, структура, назначение. Типы конденсированных систем. Кристаллические структуры

металлов. Полиморфизм. Конструкционные материалы. Материалы с повышенной и высокой прочностью. Стали: углеродистые, малолегированные, среднелегированные, высоколегированные. Стали и сплавы для высоких температур.

Материалы с повышенными технологическими свойствами : чугуны, бронзы, латуни, износостойкие сплавы, мягкие сплавы. Материалы триботехнического назначения. Материалы с высокими упругими свойствами.

Функциональные материалы. Инструментальные материалы.

Материалы с особыми физическими свойствами.

###### Тема 2. Литейные сплавы. Методы механического упрочнения поверхности.

Чугуны. Свойства. Образование чугунов ( доменная печь).

Производство стали. Конструкционные стали, коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали, инструментальные стали, жаропрочные стали, криогенные стали. Лигатура. Кислородно-конвертерный процесс. Мартеновская , дуговая электропечь .Получение стали и сплавов особо высокого качества. Электронно-лучевой переплав.

Тема 4. Литейные сплавы. Технология термической обработки. Методы механического упрочнения поверхности. Оловянные бронзы , безоловянные бронзы, высокооловянистые бронзы. Литейные латуни. Силумины, сплавы алюминия с медью и кремнием, сплавы алюминия с магнием, сложнoleгированные сплавы алюминия.

Классификация видов термической обработки: отжиг, закалка, отпуск. Обработка металлов давлением (прокатка, прессование, ковка, волочение).

### **Тема 3. ВЫСОКОЧИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА, МЕТАЛЛЫ И МОНОКРИСТАЛЛЫ.**

**ВЫСОКОЧИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА, МЕТАЛЛЫ И МОНОКРИСТАЛЛЫ.** Единицы чистоты.

Чистые вещества, чистые для анализа, высокочистые, особо чистые.

Примесно-чувствительные свойства сверхчистых материалов. Методы анализа высокочистых веществ. Методы получения высокочистых веществ: кристаллизация из водных растворов, сорбция, экстракция, ионный обмен; синтез металлоорганических соединений, избирательное окисление, электролиз расплавленных солей.

Физические операции, дополняющие процесс химической очистки. Получение сверхчистых металлов. CVD-технология. Вакуумная плавка. Методы выращивания монокристаллов : контейнерные методы выращивания кристаллов, метод Бриджмена, метод Чохральского.

### **Тема 4. Методы синтеза наноматериалов. Механические свойства наноматериалов.**

Механохимические методы, сонохимия, удаление компонента

гетерогенной системы. Методы механического диспергирования. Получение наноматериалов механическим воздействием различных сред. Получение наноматериалов распылением расплавов. Спиннингование. Получение наноматериалов с использованием твердофазных превращений. Метод облучения сплавов высокоэнергетическими частицами. метод циклических превращений. ИНТЕНСИВНАЯ ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ. Деформация кручением под высоким давлением. Деформация РКУ прессованием. Способы консолидации наноразмерных порошков. Сверхпластичность. Упругие свойства, внутреннее трение, Усталость субмикроструктурных материалов . Материалы с эффектом памяти формы. Мартенситное превращение.

### **Тема 5. Аморфные материалы. Способы получения, свойства, применение.**

Методы получения аморфных металлических сплавов. Изменение структуры в твердом состоянии, особенности аморфного состояния, физико-химические факторы формирования аморфного состояния. Классификация аморфных металлических сплавов. Термическая стабильность аморфных сплавов. Прочность, пластичность, вязкость. Электрические, химические, магнитные свойства аморфных сплавов. Применение аморфных сплавов.

### **Тема 6. Смарт-материалы**

"Умные" материалы и их применение. Самовосстанавливающиеся материалы. Термопластичные полимеры, керамические самовосстанавливающиеся материалы.

Самовосстановление бетона. Самовосстанавливающиеся металлические системы.

Самосмазывающиеся материалы. Самоочищающиеся материалы. Проводящие полимеры (полимеры с собственной проводимостью). Магнитореологические и электрореологические жидкости. Магнитореологические пены. Магнитореологические эластомеры. Механические, магнитодеформационные свойства, магнитодвижительные свойства, магнитотемпературные свойства эластомеров. Электрохромные материалы. Основные технологии смарт-стекла. "Умные" гидрогели .

### **Тема 7. Бинарные полупроводниковые соединения - основа микро- и наноэлектроники**

Полупроводниковые соединения A3B5, A2B6, A4B6. Структура и основные физические свойства. Гетероструктуры на их основе. Методы получения гетероструктур. Особенности переноса носителей заряда в низкоразмерных полупроводниках и гетероструктурах. Оптические и люминесцентные свойства наноразмерных полупроводниковых гетероструктур.

### **Тема 8. Сверхпроводники, в т.ч. "высокотемпературные": купраты, пниктиды**

Сверхпроводники. Критические параметры сверхпроводников: температуры и магнитные поля (токи). Сверхпроводящие металлы и сплавы со структурой бета-латуни. Неметаллические сверхпроводники. Купраты. Влияние замещений и стехиометрии на критические параметры ВТСП. Железосодержащие сверхпроводники - пниктиды. Приборы на основе эффекта Джозефсона - СКВИДы.

### **Тема 9. Органические полупроводники, электреты, жидкие кристаллы. Графен и графеноподобные соединения**

Органические полупроводники ароматического ряда, фталоцианины, проводящие полимеры. Электрические, оптические, свойства. Электролюминесценция: OLED-экраны. Жидкие кристаллы: нематики, смектики, холестерики, дискотики. Оптические свойства и применение в электронике. Графен. Нанотрубки - получение и свойства. Графеноподобные 2D - соединения. Перспективы применения в электронике.

**Тема 10. Тонкие пленки**

Основные области применения тонких пленок. Характерные отличия физических свойств тонких пленок от объемных материалов. Методы синтеза тонких пленок. Магнетронное распыление, эффузионное испарение, импульсное лазерное и электронно-лучевое напыление. Методы анализа тонких пленок. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, атомно-силовой микроскоп, просвечивающий электронный микроскоп и др.

**Тема 11. Тонкие магнитные пленки**

Основные области применения тонких магнитных пленок. Монокристаллические и поликристаллические тонкие магнитные пленки. Поликристаллические тонкие магнитные пленки. Зависимость структуры тонких магнитных пленок от метода синтеза. Спонтанная намагниченность, доменная структура, петли магнитного гистерезиса, температура Кюри тонких магнитных пленок. Магнитостатическая анизотропия формы, кристаллографическая, наведенная и др. виды магнитной анизотропии. Зависимость намагниченности от температуры. Моделирование магнитных свойств.

**Тема 12. Пленочные гетероструктуры**

Структуры ферромагнетик/антиферромагнетик; обменное смещение. Структуры ферромагнетик1/прослойка/ферромагнетик2; ферромагнитное и антиферромагнитное взаимодействие слоев. Структуры ферромагнетик1/прослойка/ферромагнетик2/антиферромагнетик; эффект гигантского магнитосопротивления. Структура сверхпроводник/нормальный металл и сверхпроводник/ферромагнетик; эффект близости.

**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

Парфенов В.В., Болтакова Н.В. Электрические свойства ферритов. Методическое пособие к лабораторным работам. - Казань. 2018. - 18 с. -

<https://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-fiziki-tverdogo-tela/metodicheskie-posobiya>

Парфенов В.В., Болтакова Н.В., Тагиров Л.П., Степанов А.Л., Хайбуллин Р.И. Определение размеров металлических наночастиц из спектров плазмонного резонанса. Учебно-методическое пособие для студентов физического факультета. Казань, 2012.- 21 с. -

<https://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-fiziki-tverdogo-tela/metodicheskie-posobiya>

Парфенов В.В., Закиров Р.Х., Хасанов А.Т. Исследование спектров электролюминисценции светоизлучающих диодов. Учебно-методическое пособие для студентов Института физики. - Казань. 2013. - 14 с. -

<https://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-fiziki-tverdogo-tela/metodicheskie-posobiya>

Салахов А.М. Введение в технологию конструкционных материалов. Учебное пособие для студентов Института физики. - Казань, 2014. - 149 с. -

<https://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-fiziki-tverdogo-tela/metodicheskie-posobiya>

**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)

Информационный бюллетень "Перспективные Технологии" - - [http://perst.issph.kiae.ru/Inform/index\\_tem.htm](http://perst.issph.kiae.ru/Inform/index_tem.htm)

Наука и жизнь - <https://www.nkj.ru>

Химия -жизнь - <https://www.hij.ru/read/>

### 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	На практических занятиях необходимо внимательно относиться к докладам одногруппников и комментариям преподавателя, поскольку материал, выносимый на обсуждение на практических занятиях может не рассматриваться на лекционных занятиях. Замечания преподавателя, обращенные к другим докладчикам следует учитывать при подготовке своего доклада.

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. Дорабатывать 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>
экзамен	<p>Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.</p> <p>При подготовке к экзамену необходимо повторить материал, согласно списку вопросов, выносимых на контроль. 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.

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 03.04.02 "Физика" и магистерской программе "Физика перспективных материалов".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика перспективных материалов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

#### Основная литература:

1. Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы : учебное пособие / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин ; под редакцией Б. Д. Третьякова. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 456 с. - ISBN 978-5-9221-1120-1. ♦- Текст♦: электронный♦// Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59578> (дата обращения: 03.05.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Функциональные материалы с эффектом памяти формы : учеб. пособие / М.Ю. Коллеров, Д.Е. Гусев, Г.В. Гуртовая [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2018. - 140 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: <https://znanium.com>]. - (Высшее образование: Магистратура). - [www.dx.doi.org/10.12737/18648](http://www.dx.doi.org/10.12737/18648). - ISBN 978-5-16-104189-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/920118> (дата обращения: 03.05.2020). - Режим доступа: по подписке.
3. Белов, Н. А. Материаловедение . Технология конструкционных материалов . Диаграммы состояния трех - и четырехкомпонентных систем : учебное пособие / Н. А. Белов. - Москва : МИСИС, 2007. - 83 с. ♦- Текст♦: электронный♦// Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/117080> (дата обращения: 03.05.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Сироткин, О. С. Основы инновационного материаловедения: Монография / Сироткин О. С. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 157 с. (Научная мысль) ISBN 978-5-16-009755-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/537945> (дата обращения: 03.05.2020). - Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература:

1. Андреев, Ю.А. Электрохимические методы исследования металлов и сплавов : учебное пособие / Ю.А. Андреев, А.Е. Кутырев. ? Москва : МИСИС, 2009. ? 68 с. ♦? Текст♦: электронный♦// Электронно-библиотечная система 'Лань'♦: [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/117069> (дата обращения: 03.09.2019). ? Режим доступа: для авториз. пользователей.
1. Белов, В. Д. Литейное производство : учебник / В. Д. Белов ; под редакцией В. Д. Белова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : МИСИС, 2015. - 487 с. - ISBN 978-5-87623-892-4. ♦- Текст♦: электронный♦// Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/116953> (дата обращения: 03.05.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Лилеев, А. С. Фазовые равновесия и структурообразование : Превращения в твердом состоянии в металлах и сплавах : учебное пособие / А. С. Лилеев, Е. С. Малютина, А. С. Старикова. - Москва : МИСИС, 2010. - 88 с. - ISBN 978-5-87623-385-1. ♦- Текст♦: электронный♦// Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/117154> (дата обращения: 03.05.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Новиков, И. И. Металловедение : учебник / И. И. Новиков, В. С. Золоторевский, В. К. Портной ; под редакцией В. С. Золоторевского. - 2-е изд., испр. - Москва : МИСИС, [б. г.]. - Том 1 : Основы металловедения - 2014. - 496 с. - ISBN 978-5-87623-191-8. ♦- Текст♦: электронный♦// Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/117185> (дата обращения: 03.05.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Новиков, И. И. Металловедение : учебник / И. И. Новиков, В. С. Золоторевский, В. К. Портной ; под редакцией В. С. Золоторевского. - 2-е изд., испр. - Москва : МИСИС, [б. г.]. - Том 2 : Термическая обработка. Сплавы - 2014. - 528 с. - ISBN 978-5-87623-217-5. ♦- Текст♦: электронный♦// Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/117186> (дата обращения: 03.05.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.04.02 Функциональные материалы

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

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика  
Профиль подготовки: Физика перспективных материалов  
Квалификация выпускника: магистр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2020

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.