



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологий

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

(подпись)

А.И. Александров

28 августа 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Материаловедение наноструктурированных материалов

Уровень высшего образования:	бакалавриат
Квалификация выпускника:	бакалавр
Направление подготовки:	28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Направленность (профиль) образовательной программы:	Материалы микро- и наносистемной техники



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Материаловедение наноструктурированных материалов» являются изучение основ материаловедения, необходимых для специалиста в области технологии производства компонент микро- и наносистемной техники: структуры материалов, включая наноразмерный уровень, условий формирования структуры при фазовых превращениях, методов формирования структуры с заданными свойствами, методов испытаний материалов, видов и свойств конструкционных материалов и материалов с особыми свойствами, видов и свойств современных наноразмерных материалов (порошков, проволок, пленок).

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина является обязательной; относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Успешное освоение данной дисциплины будет способствовать готовности студентов к освоению курсов «Прикладная механика», «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов», «Компоненты микро- и наносистемной техники», «Наноматериалы в электронике», «Физика частично упорядоченных сред», «Физические свойства тонких пленок и методы их получения», «Органические пленки и монослои», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Физика поверхности», «Технология компонентов микро- и наносистемной техники», «Введение в нанотрибологию», прохождению учебной и преддипломной практик, научно-исследовательской работе, выполнению ВКР.

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать: основы физики в области механики, термодинамики, электрически и магнитных явлений, физики конденсированного состояния, общей и физической химии, основы математики в части теории вероятностей, методы планирования и анализа экспериментальных данных, основные информационные технологии по получению и анализу информации, получаемой из сети Интернет, инженерной графики.

Уметь: проводить наблюдения и измерения физических величин, химические эксперименты, математические расчеты, анализ и обработку экспериментальных данных, поиски информации в сети Интернет, строить и читать технические чертежи.

Иметь: практический опыт наблюдения и измерения физических величин, проведения химических экспериментов, математических расчетов, анализа и обработки экспериментальных данных, поиска информации в сети Интернет, построения и чтения технических чертежей.

Студент, приступающий к изучению дисциплины, должен обладать знаниями, умениями, навыками практической деятельности, полученными ранее в ходе изучения дисциплин: «Физика», «Математика», «Инженерная графика», «Информационные технологии», «Планирование и обработка результатов экспериментов», «Химия», «Физическая химия».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

а) универсальные (УК):



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

б) общепрофессиональные (ОПК): нет

в) профессиональные (ПК):

ПК-1. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом знаний теоретических и прикладных основ материаловедения, микромеханики и сопромата.

ПК-2. Способен проводить профессиональную деятельность по контролю структур и свойств материалов и компонентов микро- и наносистемной техники.

ПК-3. Способен выбирать и применять на практике методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации.

3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

— Знать методы поиска, критического анализа и синтеза информации, системного подхода для решения задач в области материаловедения (УК-1);

— Современные информационные технологии для поиска актуальной информации в области материаловедения (Yandex Browser, ЭБС "Университетская библиотека on-line", библиографические базы данных Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), Scopus, Web of Science), организации видеоконференций (Zoom), подготовки докладов и презентаций (пакет офисных программ Microsoft Office, онлайн-офис Google Docs) (УК-1);

— Знать основные термины и понятия материаловедения, особенности структуры и свойств материалов различного функционального назначения (ПК-1);

— Знать устройство оборудования и методы проведения измерений и наблюдений в области материаловедения (металлографический и термический анализ сплавов, термическая обработка, механические испытания), осуществлять контроль структуры и свойств материалов (ПК-2, ПК-3);

— Знать современные программные средства для обработки и представления результатов наблюдений и измерений в области материаловедения Origin/OriginPro (trial version), NEXSYS ImageExpert Pro, DG Analyzer, JMicroVision (ПК-2, ПК-3).

Уметь:

— применять на практике методы поиска, критического анализа и синтеза информации, системного подхода для решения задач в области материаловедения (УК-1);

— использовать основные термины и понятия материаловедения, знания особенности структуры и свойств материалов различного функционального назначения при проведении лабораторных исследований (ПК-1);

— эксплуатировать оборудование и применять на практике методы проведения измерений и наблюдений в области материаловедения (металлографический и термический анализ сплавов, термическая обработка, механические испытания), осуществлять контроль структуры и свойств материалов (ПК-2, ПК-3)



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

— Использовать современные информационные технологии для поиска актуальной информации в области материаловедения, искать информацию в библиографических базах данных, организовывать и участвовать в дистанционных видеоконференциях, подготавливать доклады и электронные презентации (УК-1);

— Обрабатывать и представлять результаты наблюдений и измерений с помощью современных программных средств: Origin/OriginPro (trial version), NEXSYS ImageExpert Pro , DG Analyzer , JMicroVision (ПК-2, ПК-3).

Владеть:

— способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения задач в области материаловедения наноструктурированных материалов (УК-1);

— способностью использовать основные термины и понятия материаловедения, знания особенности структуры и свойств материалов различного функционального назначения при проведении лабораторных исследований (ПК-1);

— способностью эксплуатировать оборудование и применять на практике методы проведения измерений и наблюдений в области материаловедения (металлографический и термический анализ сплавов, термическая обработка, механические испытания), осуществлять контроль структуры и свойств материалов, составлять отчеты о результатах исследований (ПК-2, ПК-3)

— навыками применения современных информационных технологии для поиска актуальной информации в области материаловедения, искать информацию в библиографических базах данных, организации и участия в дистанционных видеоконференциях, подготовки докладов и электронных презентаций (УК-1);

— навыками обработки и анализа результатов наблюдений и измерений с помощью современных программных средств: Origin/OriginPro (trial version), NEXSYS ImageExpert Pro , DG Analyzer , JMicroVision (ПК-2, ПК-3).

4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 10 зачетных единиц (360 академических часа)

4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотношенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

№ п/ п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по очной форме обучения) Формы промежуточной аттестации
			Занятия лекцион- ного типа	Занятия семинар- ского типа	
	Введение	4	2	2 практ. занятие	Входная диагностика: тест с последующим обсуждением результатов.
I	Строение и структура материалов	4	8	8 практ. 4 лабор.	Опорный конспект Материалы практических



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

				занятие	занятий.
2	Механические свойства материалов	4	10	6 практ. занятие 8 лабор. занятие	Опорный конспект Материалы практических занятий.
3.	Закономерности формирования структуры кристаллических материалов	4	14	12 практ. занятие 12 лабор. занятие	Опорный конспект Материалы практических занятий.
	Итоговая контрольная работа Защита отчетов по лабораторным работам Итоговая контрольная работа	4	0	4 практ. Занятие 10 лабор. занятие	Контрольная работа Отчеты по лабораторным работам
	Подведение и анализ результатов освоения дисциплины	4	0	2 практ. занятие	
Итого за семестр			34	34 практ. занятия 34 лабор. занятия	Экзамен
4	Термическая и химико-термическая обработка металлов и сплавов	4	6	2 практ. занятие 16 лабор. занятий	Опорный конспект Материалы практических занятий.
5	Конструкционные и инструментальные материалы	4	16	2 практ. 4 лабор. занятий	Опорный конспект Материалы практических занятий.
6	Материалы с особыми физическими свойствами. Наноматериалы	4	14	8 практ. Занятий 4 лабор. занятия	Опорный конспект Материалы практических занятий.
	Итоговая контрольная работа Защита отчетов по лабораторным работам	4	0	2 практ. Занятий 8 лабор. занятий	Контрольная работа Отчеты по лабораторным работам.
	Подведение и анализ результатов освоения дисциплины	4	0	2 практ. занятие	
Итого за семестр			36	16 практ. занятия 32 лабор. занятия	Экзамен.
ИТОГО: 186 часов			70	50/66	



4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

Введение. Введение в проблематику дисциплины, представление рабочей программы, осмысление требований к организации процесса обучения, самостоятельной работы и форм аттестации.

Раздел. 1 Строение и структура материалов. Строение и свойства кристаллов. Элементы кристаллографии. Типы связей и кристаллические структуры. Строение и свойства реальных кристаллов. Точечные дефекты и диффузия в кристаллах. Дислокации. Методы изучения структуры сплавов.

Раздел 2. Механические свойства материалов. Упругая и пластическая деформация. Законы упругости Гука. Пластичность кристаллов. Трещины и механика разрушения кристаллов. Классификация механических испытаний. Диаграмма деформации при растяжении. Твердость по Бринеллю, по Роквеллу, по Виккерсу. Микротвердость. Ударная вязкость. Усталость и изнашивание.

Раздел 3. Закономерности формирования структуры кристаллических материалов. Химический, фазовый и структурный состав сплава. Понятие фазы. Фазы — твердые растворы. Фазы — химические соединения. Правило фаз Гиббса. Рост кристаллов. Фазовые и структурные превращения в кристаллах. Термический анализ. Диаграммы состояния. Пластическая деформация и рекристаллизация металлов и сплавов. Компоненты и фазы в сплавах железо — углерод: феррит, аустенит, цементит, графит. Превращения в сплавах системы железо-цементит. Перлит.

Раздел 4. Термическая и химико-термическая обработка металлов и сплавов. Теория термической обработки сплавов. Структурные превращения при термической обработке сталей. Основные виды термической обработки сталей. Практика термической обработки. Химико-термическая обработка стали и сплавов.

Раздел 5. Конструкционные и инструментальные материалы. Сплавы на основе железа. Стали и чугуны. Влияние легирующих элементов на равновесную структуру стали. Сплавы на основе меди. Сплавы на основе алюминия. Сплавы на основе магния. Сплавы на основе титана. Антифрикционные сплавы на основе олова. Триботехнические и смазочные материалы.

Раздел 6. Электротехнические материалы. Наноматериалы Магнитные материалы. Проводниковые материалы. Полупроводниковые материалы. Твердые диэлектрики (пластмасса, керамика, стекла). Наночастицы. Углеродные нанотрубки. Нанопроволоки. Нановолокна.

5. Образовательные технологии

Традиционные образовательные технологии: классическое лекционное обучение (лекционные занятия), обучение с помощью учебной книги (самостоятельная работа), обучение с помощью системы малых групп (при проведении лабораторных и практических занятий),

Информационно-коммуникационные образовательные технологии: технологии смешанного обучения, включающие в себя:

— проведение не менее 20 % лекционных и практических занятий, защита курсовых проектов в онлайн-режиме в форме видеоконференций Zoom;

— применение специализированных пакетов для получения анализа экспериментальных данных и построения экспериментальных зависимостей (Origin/OriginPro (trial version), NEXSYS ImageExpert Pro , DG Analyzer , JMicroVision) при выполнении не менее 20% лабораторных работ;

— поиск актуальной информации в Интернете при самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям и работе по курсовому проекту с использованием Yandex



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

Browser, ЭБС "Университетская библиотека on-line", библиографические базы данных Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), Scopus, Web of Science.

— оформление и представление докладов на заданные темы при самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям и работе по курсовому проекту с помощью офисных программ Microsoft Office и онлайн

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Основной способ организации самостоятельной работы студентов — самостоятельная подготовка к выполнения практических работ по методическим указаниям. Полностью весь методический материал по обеспечению самостоятельной работы студентов приведен в Приложении 1 к РП.

7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Система контроля по курсу включает: входной контроль; текущий контроль, промежуточный контроль за материал 3 семестра — экзамен, курсовая работа и итоговый контроль на материал 4 семестра – экзамен.

В текущем контроле используются проверка опорных конспектов и материалов практических занятий и отчетов по лабораторным работам. В конце каждого семестра пишется итоговая контрольная работа, которая оценивается по пятибалльной шкале.

Перед каждым лабораторным занятием ведется опрос-допуск к работе. Студент обязан показать знания необходимого теоретического материала и методик исследований. После каждой практической работы студент пишет отчет и защищает его перед преподавателем.

Допуск на экзамены происходит при наличии отчетов по лабораторным работам и положительной оценки за итоговую контрольную работу за семестр.

Экзамены проходят устно. Билеты экзамена содержат один теоретический вопрос и одно практическое задание. Каждое задание оценивается по пятибалльной шкале. Используются следующие критерии оценки:

«5» — студент полностью раскрывает тему вопроса, самостоятельно и полно отвечает на дополнительные вопросы, связанные с темой вопроса;

«4» — студент полностью раскрывает тему вопроса, но затрудняется отвечать на дополнительные вопросы, связанные с темой вопроса; или тема вопроса раскрыта не полностью, но студент уверенно отвечает на дополнительные вопросы, связанные с темой вопроса.

«3» — студент не полностью раскрывает тему вопроса и затрудняется отвечать на дополнительные вопросы, связанные с темой вопроса;

«2» — студент не раскрывает тему вопроса, проявляет незнание базовых терминов и понятий, необходимых для раскрытия темы.

Оценка за экзамен ставится как среднеарифметическое баллов за ответы на экзамене и баллов за итоговую контрольную работу. Результат округляется до целого числа.

Вопросы к экзамену, примеры практических задач и материалы итоговых контрольных работ — в фонде оценочных средств (Приложении 2).

Курсовая работа представляется в виде устного доклада с электронной презентацией материалов доклада. По результатам доклада выставляется оценка:

«5» — студент полностью раскрывает тему курсовой работы, самостоятельно и полно отвечает на дополнительные вопросы, связанные с темой курсовой работы;



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

«4» — студент полностью раскрывает тему курсовой работы, но делает ошибки при ответах на дополнительные вопросы, связанные с темой курсовой;

«3» — студент не полностью раскрывает тему курсовой работы;

«2» — студент не подготовил доклад с электронной презентацией или доклад не соответствует теме курсовой работы.

Примерные темы курсовых работ содержатся в методических указаниях к рабочей программе дисциплины (Приложении 1).

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная учебная литература

1. Ржевская, С.В. Материаловедение : учебник для вузов / С.В. Ржевская. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2006. - 424 с. : ил.,табл., схем. - (Новая Университетская Библиотека). - ISBN 5-98704-149-X ; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89943>

2. Материаловедение : учебное пособие / Ю.П. Земсков, Ю.С. Ткаченко, Л.Б. Лихачева, Б.М. Квашнин. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2013. - 199 с. - ISBN 978-5-89448-972-8 ; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141977>

3. Материаловедение: практикум : учебное пособие / В.И. Городниченко, Б.Ю. Давиденко, В.А. Исаев и др. ; под ред. С.В. Ржевской. - Москва : Логос, 2006. - 276 с. : ил.,табл., схем. - ISBN 5-98704-041-8 ; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89915>

4. Моисеев, О.Н. Материаловедение: учебное пособие по лабораторным работам / О.Н. Моисеев, Л.Ю. Шевырев, П.А. Иванов ; под общ. ред. О.Н. Моисеева. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. - 244 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 12. - ISBN 978-5-4475-9139-7 ; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=464215>

Дополнительная учебная литература

1. Солнцев, Ю.П. Материаловедение. Применение и выбор материалов : учебное пособие / Ю.П. Солнцев, Е.И. Борзенко, С.А. Вологжанина. - Санкт-Петербург : Химиздат, 2007. - 200 с. - ISBN 978-5-93808-140-6 ; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=102722>

2. Комаров, О.С. Материаловедение в машиностроении : учебник / О.С. Комаров, Л.Ф. Керженцева, Г.Г. Макаева ; ред. О.С. Комарова. - Минск : Вышэйшая школа, 2009. - 304 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-985-06-1608-1 ; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=144216>



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

3. Юм-Розери, Ю. Введение в физическое металловедение / Ю. Юм-Розери ; пер. В.М. Глазов, С.Н. Горин. - б.м. : Издательство "Металлургия", 1965. - 202 с. - ISBN 978-5-4458-5207-0 ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222289>

4. Конструкционные стали и сплавы : учебное пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, В.К. Ерофеев, А.А. Устинова ; под ред. Г.А. Воробьевой. - Санкт-Петербург : Политехника, 2013. - 440 с. : схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7325-1010-2 ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615>

5. Рудской, А.И. Наноструктурированные металлические материалы / А.И. Рудской ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. - Санкт-Петербург : Наука, 2011. - 270 с. : схем., ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-02-0254588-6 ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=362992>

6. Минаев, А.М. Термодинамика в материаловедении : учебное пособие / А.М. Минаев, Д.М. Мордасов, Н.Б. Бадирова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 80 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8265-1460-3 ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444651>

7. Бегеба, Н.В. Материаловедение : сборник задач / Н.В. Бегеба ; Федеральное агентство морского и речного транспорта, Московская государственная академия водного транспорта, филиал ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова». - Москва : Альтаир : МГАВТ, 2017. - 12 с. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483789>

8. Гарифуллин, Ф.А. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебно-методическое пособие / Ф.А. Гарифуллин, Р.Ш. Аюпов, В.В. Жияков ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - 248 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1441-2 ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258639>

9. Аленичева, Е.В. Материаловедение : конспект лекций / Е.В. Аленичева, И.В. Гиясова, О.Н. Кожухина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования, Тамбовский государственный технический университет. - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. - 139 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8265-0997-5 ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277958>



Основная профессиональная образовательная программа
28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Материалы микро- и наносистемной техники

10. Болховитинов, В.Ф. Металловедение и термическая обработка / В.Ф. Болховитинов ; ред. В. Ржавинского. - Москва : МАШГИЗ, 1961. - 463 с. - ISBN 978-5-4458-4875-2 ; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220316>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет»
<https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru;

<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser, Zoom; Origin/OriginPro (trial version), NEXSYS ImageExpert Pro , DG Analyzer , JMicroVision.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории:

— для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

— для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, выполнения курсовых работ (проектов) с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: персональный компьютер, проектор, экран

Автор рабочей программы дисциплины: доцент кафедры экспериментальной и технической физики, доцент, кандидат технических наук Новиков В.В.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной физики и нанотехнологий 28 августа 2024 г., протокол № 1

Приложение 1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приложение 2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.