

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 25.04.2024 16:36:35
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

« _____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины: Физические свойства наноматериалов

направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы

направленность (профиль): Наноматериалы

форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры
«Физики, методов контроля и диагностики»
Протокол № ____ от _____ 2023 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины формирование знаний в области наноструктурированных материалов.

Задачи дисциплины применение знаний в области наноструктурированных материалов для получения новых материалов с заданными физико-химическими свойствами.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание физических основ нанотехнологий;

умения применять знания в области наноматериалов для предсказания их физико-химических свойств;

владение навыком физических методов исследования свойств наноструктурированных материалов.

Дисциплина «Физические свойства наноматериалов» является прикладной технической дисциплиной. Теоретической базой дисциплины является ранее изученные дисциплины: «Физика», «Физическая химия».

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2. Систематизирует и критически анализирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	Знать З1: основные физические закономерности из разных отраслей физической науки для получения целостной картины о наноструктурированных материалах
		Уметь У1: применять системный подход при оценке физико-химических свойств различных наноструктурированных материалов
		Владеть В1: владеть навыками теоретической оценки физико-химических свойств опираясь на математическую модель наноматериалов
ПКС-1. Прогнозировать влияние микро- и нано-масштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов	ПКС-1.1. Прогнозирует вклад микро- и нано-масштаба на механические, физические, химические и электротехнические свойства материалов	Знать З2: различие между наноструктурированными материалами и наноструктурами
		Уметь У2: оценивать проявление квантовых эффектов на наноразмерных объектах
		Владеть В2: навыками моделирования структуры и свойств наноматериалов
	ПКС-1.2. Прогнозирует структуру и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размернозависимых эффектах	Знать З3: о размерных эффектах 1D, 2D, 3D наноструктур и фаз на их основе
		Уметь У3: прогнозировать физико-химические свойства, опираясь на структуру наноматериалом
		Владеть В3: навыками построения математических моделей наноразмерных объектов
ПКС-2. Выбирать основные типы наноматериалов и наносистем различной природы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	ПКС-2.2. Выбирает основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	Знать З4: область применимости знаний в области наноматериалов
		Уметь У4: выбирать основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности
		Владеть В4: навыками подбора основных типов наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	3/6	16	-	32	60	зачет

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Квантовые эффекты в наноматериалах	2	-	4	8	14	УК-1.2., ПКС-1.1., ПКС-1.2., ПКС-2.2.	Отчет. Вопросы к лабораторному коллоквиуму
2	2	Наноматериалы и технологии их получения	4	-	8	8	20	УК-1.2., ПКС-1.1., ПКС-1.2., ПКС-2.2.	Отчет. Вопросы к лабораторному коллоквиуму
3	3	Инструменты нанотехнологий	2	-	8	10	20	УК-1.2., ПКС-1.1., ПКС-1.2., ПКС-2.2.	Отчет. Вопросы к лабораторному коллоквиуму
4	4	Нанокластеры, квантовые точки	2	-	-	10	12	УК-1.2., ПКС-1.1., ПКС-1.2., ПКС-2.2.	Отчет. Вопросы к лабораторному коллоквиуму
5	5	Углеродные наноструктуры	2	-	4	10	16	УК-1.2., ПКС-1.1., ПКС-1.2., ПКС-2.2.	Отчет. Вопросы к лабораторному коллоквиуму
6	6	Фотонные кристаллы – оптические сверхрешетки	2	-	-	5	7	УК-1.2., ПКС-1.1., ПКС-1.2., ПКС-2.2.	Отчет. Вопросы к лабораторному коллоквиуму
7	7	Наноэлектроника	2	-	8	5	15	УК-1.2., ПКС-1.1., ПКС-1.2., ПКС-2.2.	Отчет. Вопросы к лабораторному коллоквиуму
8	Зачет		-	-	-	4	4	УК-1.2., ПКС-1.1., ПКС-1.2., ПКС-2.2.	Вопросы к зачету
Итого:			16	-	32	60	108		

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Квантовые эффекты в нанотехнологиях	Квантовые эффекты в нанотехнологиях. Эффект туннелирования. Квантовая яма, нить, точка.
2	Нanomатериалы и их технологии получения	Классификация наноматериалов. Наночастицы. Фуллерены. Нанотрубки и нановолокна. Нанопористые вещества. Нанодисперсии. Наноструктурированные поверхности и пленки. Нанокристаллические материалы. Технология получения наноматериалов (технология «сверху-вниз» и «снизу-вверх»). Литография. Эпитаксия. Самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях. Основные свойства самоорганизующихся систем. Использование самоорганизации в нанотехнологиях.
3	Инструменты нанотехнологий.	Электронная просвечивающая микроскопия. Электронная сканирующая микроскопия. Полевая ионная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия.

		Близкопольная сканирующая оптическая микроскопия. Зондовая нанотехнология (нанолиитография).
4	Нанокластеры, квантовые точки	Кластеры и особенности их свойств. Методы получения кластеров, магические числа. Квантовые точки. Роль процессов самоорганизации. Методы модификации свойств кластеров. Области применения кластеров.
5	Углеродные наноструктуры	Структуры на основе углерода. Получение углеродных наноструктур. Механические свойства углеродных наноструктур. Химические свойства углеродных нанотрубок. Электрические свойства углеродных нанотрубок. Применение углеродных нанотрубок в нанoeлектронике.
6	Фотонные кристаллы –оптические сверхрешетки	Сверхрешетки. Дифракция на одномерной, двумерной, трехмерной сверхрешетке. Зонная теория. Оптоэлектроника, возможности оптического компьютера. Получение фотонных кристаллов. Применение фотонных кристаллов. Фотонные кристаллы в природе.
7	Нанoeлектроника	Электронные приборы на основе нанообъектов. Приборы на основе одноэлектронного туннелирования. Резонансно туннельный диод. Нанокomпьютеры. Квантовая оптоэлектроника. Светодиоды. Лазеры.

5.1.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема лекции
1	1	2	Квантовые эффекты в нанотехнологиях. Эффект туннелирования. Квантовая яма, нить, точка.
2	2	4	Классификация наноматериалов. наночастицы. Фуллерены. Нанотрубки и нановолокна. Нанопористые вещества. Нанодисперсии. Наноструктурированные поверхности и пленки. Нанокристаллические материалы.
3	3	2	Технология получения наноматериалов (технология «сверху-вниз» и «снизу-вверх»). Литография. Эпитаксия.
4	4	2	Самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях. Основные свойства самоорганизующихся систем. Использование самоорганизации в нанотехнологиях.
5	5	2	Электронная просвечивающая микроскопия. Электронная сканирующая микроскопия. Полевая ионная микроскопия. Рентгеноструктурный анализ. ИК и КР спектроскопия твердого тела.

6	6	2	Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Близкопольная сканирующая оптическая микроскопия. Зондовая нанотехнология (нанолитография).
7	7	2	Кластеры и особенности их свойств. Методы получения кластеров, магические числа. Квантовые точки.
Итого:		16	

Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены

Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Наименование лабораторной работы
1	1	4	Определение симметрии нанокристаллитов по дифрактограмме РСА
2	2	4	Определение размеров кристаллитов по дифрактограмме РСА
3	3	4	Определение силовых характеристик ковалентных связей по КР спектрам
4	4	4	Определение хим. состава нанокристаллитов по ЯМР спектрам
5	5	6	Моделирование структуры углеродных наноструктур с использованием молекулярно-мех. методов
6	6	6	Моделирование структуры углеродных наноструктур с использованием полуэмперических методов
7	7	4	Нанолитография
Итого:		32	

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема	Вид СРС
1	1	8	Квантовые эффекты в нанотехнологиях	Подготовка к лекциям
2	2	8	Наноматериалы и технологии их получения	
3	3	10	Инструменты нанотехнологий.	Подготовка к решению задач
4	4	10	Нанокластеры, квантовые точки	
5	5	10	Углеродные наноструктуры	Подготовка к лабораторным работам
6	6	5	Фотонные кристаллы – оптические сверхрешетки	
7	7	5	Нанoeлектроника	Подготовка к семестровой аттестации
8	8	4	Зачёт	
Итого:		60		Индивидуальные консультации студентов в течение семестра
				Вопросы к зачёту

5.1.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: лекция-визуализация в PowerPoint в диалоговом режиме, обучение навыкам с помощью стационарных лабораторных установок и виртуальных лабораторных работ, использование системы поддержки учебного процесса Educon2.

6. Тематика курсовых работ

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Защита лабораторных работ (отчеты)	15
2	Устный опрос (коллоквиум)	15
ИТОГО за первую текущую аттестацию		<u>30</u>
2 текущая аттестация		
3	Защита лабораторных работ (отчеты)	15
4	Устный опрос (коллоквиум)	15
ИТОГО за вторую текущую аттестацию		<u>30</u>
3 текущая аттестация		
5	Устный опрос (коллоквиум)	15
6	Защита лабораторных работ (отчеты)	25
ИТОГО за третью текущую аттестацию		<u>40</u>
ВСЕГО		100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

Наименование документа	Название ЭБС, сайт
Электронное издание ООО «РУНЭБ»	Научная электронная библиотека "Elibrary.ru" http://elibrary.ru/
Ресурсы научно-технической библиотеки ФГБОУ ВО РГУ Нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина.	Электронная библиотека РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина http://elib.gubkin.ru/
Ресурсы научно-технической библиотеки ФГБОУ ВПО УГНТУ	Электронная библиотека УГНТУ (УФА) http://bibl.rusoil.net/
Ресурсы научно-технической библиотеки ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет»	Электронная библиотека УГТУ (УХТА) http://lib.ugtu.net/books
Доступ к ЭБС «ЮРАЙТ»	«Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ www.biblio-online.ru »
Доступ к базам данных ЭБС «ЛАНЬ»	ЭБС издательства «Лань» http://e.lanbook.com
Доступ к ЭБС IPRbooks	http://iprbooks.ru
Доступ к ЭБС «BOOK.ru»	ЭБС издательства «Кнорус» https://www.book.ru/
Доступ к базе данных Консультант студента «Электронная библиотека технического ВУЗа»	«Консультант студента» http://studentlibrary.ru
Электронный каталог/Электронная библиотека Тюменского индустриального университета	http://webirbis.tsogu.ru/
Доступ к электронно-библиотечной системе BOOK.ru	https://www.book.ru

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч.

отечественного производства.
Microsoft Windows 8, Microsoft Office Professional Plus

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Физические свойства наноматериалов	<p><i>Лекционные занятия:</i> Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации <i>Оснащенность:</i> Учебная мебель: столы, стулья. Моноблок - 1 шт., проектор - 1 шт., акустическая система (колонки) - 2 шт., интерактивная доска - 1 шт.</p>	625039, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70, ауд. 1001
		<p><i>Лабораторные занятия:</i> Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации <i>Оснащенность:</i> Учебная мебель: столы учебные, столы лабораторные, стулья, доска аудиторная. Лабораторные установки по физике твердого тела - 11 шт. Компьютер в комплекте – 2 шт., принтер – 1 шт. Сахариметр СУ-4 - 4 шт., Пирометр "Проминь" – 2 шт., Монохроматор МУМ - 1 шт., Осветитель монохроматора - 1 шт., Лампа кварцевая - 2 шт., Спектрограф СДМС - 1 шт., Измерительные приборы магнитоэлектрической системы - 10 шт., Автотрансформатор - 1 шт., Реостат - 2 шт., Блок питания малогабаритный - 5 шт., Лампа накаливания в кожухе - 2 шт., Лазер газовый ЛГ-75-1 - 2 шт., Рефрактометр RL2 - 4 шт., Осветитель ОУ-1 - 5 шт., Лабораторные установки по волновой и квантовой оптике, атомной физике - 10 шт.</p>	625027, Тюменская область, г. Тюмень, ул. 50 лет Октября, д.38, ауд. 518, 520.

11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

1. Шабиев Ф.К. Нанотехнологии в приборостроении: методические указания для лабораторных занятий Методическое пособие Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК, ТИУ, 2017. – 24 с.

2. Шабиев Ф.К. Нанотехнологии в приборостроении: методические указания для практических занятий Методическое пособие Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК, ТИУ, 2017. – 32 с.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

1. Шабиев Ф.К. Нанотехнологии в приборостроении: методические указания по организации самостоятельной работы Методическое пособие Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК, ТИУ, 2017. – 24 с.

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина Физические свойства наноматериалов
 Код, направление подготовки 28.03.03 Наноматериалы
 Направленность (профиль) Наноматериалы

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
УК-1.	УК-1.2. Систематизирует и критически анализирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	Знать: З1 основные физические закономерности из разных отраслей физической науки для получения целостной картины о наноструктурированных материалах	Не знает основные физические закономерности из разных отраслей физической науки для получения целостной картины о наноструктурированных материалах	Имеет примитивные представления о физических законах, формирующих картину о наноструктурированных материалах	Не знает основные физические закономерности из разных отраслей физической науки для получения целостной картины о наноструктурированных материалах	Знает основные физические закономерности из разных отраслей физической науки для получения целостной картины о наноструктурированных материалах
		Уметь: У1 применять системный подход при оценке физико-химических свойств различных наноструктурированных материалов	Не применяет системный подход при оценке физико-химических свойств различных наноструктурированных материалов	Использует примитивные схемы системного подхода при оценке физико-химических свойств различных наноструктурированных материалов	Использует стандартные схемы системного подхода при оценке физико-химических свойств различных наноструктурированных материалов	Демонстрирует различные варианты системного подхода при оценке физико-химических свойств различных наноструктурированных материалов
		Владеть: В1 владеть навыками теоретической оценки физико-химических свойств опираясь на математическую модель наноматериалов	Не владеет навыками теоретической оценки физико-химических свойств опираясь на математическую модель наноматериалов	Владеет примитивными навыками теоретической оценки физико-химических свойств опираясь на математическую модель наноматериалов	Владеет базовыми навыками теоретической оценки физико-химических свойств опираясь на математическую модель наноматериалов	В полном объеме владеет навыками теоретической оценки физико-химических свойств опираясь на математическую модель наноматериалов
ПКС-1.	ПКС-1.1. Прогнозирует вклад микро- и нано-масштаба на механические,	Знать: З2 различие между наноструктурированными материалами и наноструктурами	Не знает различия между наноструктурированными материалами и наноструктурами	Знает только основные различия между наноструктурированными материалами и наноструктурами	Знает различия между наноструктурированными материалами и наноструктурами	Знает различия между наноструктурированными материалами и наноструктурами, может дать аргументированное объяснение

	физические, химические и электротехнические свойства материалов	Уметь: У2 оценивать проявление квантовых эффектов на наноразмерных объектах	Не умеет оценивать проявление квантовых эффектов на наноразмерных объектах	Может выполнить примитивную оценку проявлений квантовых эффектов на наноразмерных объектах	Может выполнить оценку проявлений квантовых эффектов на наноразмерных объектах стандартными методами	Может аргументированно выполнить оценку проявлений квантовых эффектов на наноразмерных объектах
		Владеть: В2 навыками моделирования структуры и свойств наноматериалов	Отсутствуют навыки моделирования структуры и свойств наноматериалов	Имеет примитивные навыки моделирования структуры и свойств наноматериалов	Имеет базовые навыки моделирования структуры и свойств наноматериалов	Имеет различные навыки моделирования структуры и свойств наноматериалов
	ПКС-1.2. Прогнозирует структуру и свойства наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах	Знать: З3 о размерных эффектах 1D, 2D, 3D наноструктур и фаз на их основе	Не знает размерные эффекты 1D, 2D, 3D наноструктур и фаз на их основе	Частично знает размерные эффекты 1D, 2D, 3D наноструктур и фаз на их основе	Знает основные размерные эффекты 1D, 2D, 3D наноструктур и фаз на их основе	Знает все известные размерные эффекты 1D, 2D, 3D наноструктур и фаз на их основе
		Уметь: У3 прогнозировать физико-химические свойства, опираясь на структуру наноматериалом	Не умеет прогнозировать физико-химические свойства, опираясь на структуру наноматериалов	Плохо умеет прогнозировать физико-химические свойства, опираясь на структуру наноматериалов	Умеет прогнозировать физико-химические свойства, опираясь на структуру наноматериалов	Умеет прогнозировать физико-химические свойства, опираясь на структуру наноматериалов, различными методами
		Владеть: В3 навыками построения математических моделей наноразмерных объектов	Отсутствуют навыки построения математических моделей наноразмерных объектов	Имеет примитивные навыки построения математических моделей наноразмерных объектов	Демонстрирует базовые навыки построения математических моделей наноразмерных объектов	Демонстрирует различные навыки построения математических моделей наноразмерных объектов
ПКС-2.	ПКС-2.2. Выбирает основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	Знать: З4 область применимости знаний в области наноматериалов	Не знает область применимости знаний в области наноматериалов	Слабо знает область применимости знаний в области наноматериалов	Знает область применимости знаний в области наноматериалов	Знает широкий спектр применимости знаний в области наноматериалов
		Уметь: У4 выбирать основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	Не умеет выбирать основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	Плохо умеет выбирать основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	Умеет выбирать основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности	Умеет аргументированно выбирать основные типы наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности

		<p>Владеть: В4 навыками подбора основных типов наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности</p>	<p>Отсутствуют навыки подбора основных типов наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности</p>	<p>Имеет слабые навыки подбора основных типов наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности</p>	<p>Имеет навыки подбора основных типов наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности</p>	<p>Демонстрирует широкий спектр навыков подбора основных типов наноматериалов и наносистем с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности</p>
--	--	---	---	--	---	---

**КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ УЧЕБНОЙ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ
ЛИТЕРАТУРОЙ**

Дисциплина Физические свойства наноматериалов
Код, направление подготовки 28.03.03 Наноматериалы
Направленность (профиль) Наноматериалы

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко ; под редакцией Е. И. Пряхина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-5373-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/149303	ЭР	30	100	+
2	Боженко, К. В. Основы квантовой химии : учебное пособие / К. В. Боженко. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2010. — 128 с. — ISBN 978-5-209-03510-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/11404.html	ЭР	30	100	+
3	Неволин, В. К. Квантовая физика и нанотехнологии / В. К. Неволин. — Москва : Техносфера, 2013. — 128 с. — ISBN 978-5-94836-361-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/16975.html	ЭР	30	100	+
4	Асеев, В. А. Приборы и методы исследования наноматериалов фотоники : учебное пособие / В. А. Асеев, В. М. Золотарев, Н. В. Никоноров. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 131 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/67572.html	ЭР	30	100	+
5	Блесман, А. И. Теоретические основы методов исследования наноматериалов : учебное пособие / А. И. Блесман, В. В. Даньшина, Д. А. Полонянкин. — Омск : Омский государственный технический университет, 2017. — 78 с. — ISBN 978-5-8149-2506-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/78478.html	ЭР	30	100	+
6	Мишина, Е. Д. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям : учебное пособие : учебное пособие / Е. Д. Мишина, Н. Э. Шерстюк, А. А. Евдокимов ; под редакцией А. С. Сигова. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 187 с. — ISBN 978-5-93208-545-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/166740	ЭР	30	100	+

ЭР* – электронный ресурс для автор. пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>