

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от «07» июня 2021 г. № 78

**Б1.В.ДВ.02.01 Наноструктурированные
материалы**
рабочая программа дисциплины

Направление подготовки – 03.06.01 Физика и астрономия
Направленность подготовки – Физика конденсированного состояния
Программа подготовки – программа подготовки кадров высшей квалификации
Квалификация выпускника – Исследователь. Преподаватель - исследователь
Форма обучения – очная
Нормативный срок обучения – 4 года
Кафедра-разработчик программы – Физика, механика и приборостроение

Общая трудоемкость в з.е. – 2 Формы промежуточной аттестации:
Часов по учебному плану – 72 Зачет – 2 курс

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	2	Итого
Число недель в семестре	12	
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	30	30
– лекции	30	30
Самостоятельная работа	42	42
Итого	72	72

ИРКУТСК

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели освоения дисциплины	
1	подготовка аспирантов к научно-исследовательской деятельности в области, связанной с разработкой и применением методов создания наносистем и наноматериалов, ознакомление аспирантов с основными физическими принципами, которые могут быть положены в основу создания новых наноматериалов, на базе основ физики конденсированного состояния, квантовой физики, физических основ воздействия лазерного излучения на вещество с различными физическими свойствами.
1.2 Задачи освоения дисциплины	
1	освоение всех разделов физики наноструктурированных материалов;
2	выработка у аспирантов навыков самостоятельной учебной деятельности, развитие у них познавательных потребностей.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
1	Б1.В.01 Физика конденсированного состояния
2	Б1.Б.03 Методика написания научной работы и организация научных исследований
3	Б1.В.02 Информационные технологии в науке и образовании
4	Б1.В.03 Защита интеллектуальной собственности и авторского права
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б2.В.01(П) Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (педагогическая)
2	Б2.В.02(П) Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская)
3	Б3.В.01(Н) Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание учёной степени кандидата наук
4	Б4.Б.01(Г) Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
5	Б4.Б.02(Д) Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
ПК-1: способностью и готовностью к теоретическим и экспериментальным исследованиям природы кристаллических и аморфных неорганических и органических веществ в твердом и жидком состоянии и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях	
Минимальный уровень освоения компетенции	
Знать	современные методы теоретического исследования природы наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях
Уметь	проводить теоретические исследования природы наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях по стандартным методикам
Владеть	опытом проведения теоретического исследования наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях по стандартным методикам
Базовый уровень освоения компетенции	
Знать	современные методы экспериментального исследования природы наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях
Уметь	проводить экспериментальные исследования наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях по стандартным методикам
Владеть	опытом проведения экспериментального исследования природы наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях по стандартным методикам
Высокий уровень освоения компетенции	

Знать	инновационные подходы к теоретическим и экспериментальным исследованиям природы наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях
Уметь	проводить теоретические и экспериментальные исследования природы наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях по авторским методикам
Владеть	опытом проведения теоретических и экспериментальных исследований природы наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях по авторским методикам

ПК-2: способностью и готовностью к разработке математических моделей и экспериментальных методов с целью исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения материалов с определенными свойствами

Минимальный уровень освоения компетенции

Знать	современные математические модели для исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения наноструктурированных материалов
Уметь	разрабатывать математические модели для исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения наноструктурированных материалов
Владеть	опытом разработки математических моделей для исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения наноструктурированных материалов

Базовый уровень освоения компетенции

Знать	современные экспериментальные методы для исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения наноструктурированных материалов
Уметь	разрабатывать экспериментальные методы для исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения материалов наноструктурированных материалов
Владеть	опытом разработки экспериментальных методов для исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения материалов наноструктурированных материалов

Высокий уровень освоения компетенции

Знать	принципы разработки математических моделей и экспериментальных методов с целью исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения наноструктурированных материалов
Уметь	разрабатывать экспериментальные методы совместно с адекватными математическими моделями для исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения наноструктурированных материалов
Владеть	опытом разработки экспериментальных методов совместно с адекватными математическими моделями для исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения наноструктурированных материалов

УК-1: способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Минимальный уровень освоения компетенции

Знать	современные научные достижения физики и химии наноструктурированных материалов в области научно-исследовательской задачи
Уметь	критически анализировать и оценивать современные научные достижения в области физики и химии наноструктурированных материалов
Владеть	методами критического анализа и оценки современных научных достижений в области физики и химии наноструктурированных материалов

Базовый уровень освоения компетенции

Знать	основные научные достижения во всех разделах физики и химии наноструктурированных материалов
Уметь	генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач в области физики и химии наноструктурированных материалов
Владеть	методами решения исследовательских и практических задач в области физики и химии наноструктурированных материалов

Высокий уровень освоения компетенции	
Знать	современные научные достижения физики и химии наноструктурированных материалов, использующие для решения проблем в междисциплинарных областях
Уметь	генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач в области физики и химии наноструктурированных материалов для решения проблем в междисциплинарных областях
Владеть	методами решения профессиональных задач в области физики и химии наноструктурированных материалов и в междисциплинарных областях

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать	
1	основные понятия, использующиеся в области наноструктур;
2	экспериментальные методы исследования наноструктур;
Уметь	
1	применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей;
2	ориентироваться в экспериментах по физике наноструктур и извлекать физическую информацию путем анализа экспериментальных данных, интерпретировать экспериментальные данные на основе физических свойств в исследуемых объектах;
3	выявлять физические свойства объектов, перспективных для практического применения;
Владеть	
1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области наноструктур, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач в области наноструктур, в том числе в междисциплинарных областях;
2	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области наноструктурированных материалов и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часы	Код компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
	Раздел 1. Введение. Классификация нанобъектов				
1.1	Появление и развитие нанотехнологии. Классификация нанобъектов по составу, распределению и форме структурных составляющих. Наноматериалы конструкционного и функционального класса. Наноматериалы для энергетики. Наноразмерные гетероструктуры. Фуллерены. Углеродные нанотрубки /Лек/	2	6	ПК-1 ПК-2 УК-1	Л.1.1 Л.2.1- Л.2.3
1.2	Проработка лекционного материала по теме «Появление и развитие нанотехнологии. Классификация нанобъектов по составу, распределению и форме структурных составляющих/ Наноматериалы конструкционного и функционального класса. Наноматериалы для энергетики. Наноразмерные гетероструктуры. Фуллерены. Углеродные нанотрубки» /Ср/	2	6	ПК-1 ПК-2 УК-1	Л.4.1-Л.4.5 Э.1
	Раздел 2. Особые физические и химические свойства наночастиц и наноструктурированных материалов. Зависимость свойств от размера частиц				
2.1	Идеальная и реальная структура наночастиц. Физические и химические свойства наночастиц и	2	4	ПК-1 ПК-2 УК-1	Л.1.1 Л.2.1- Л.2.3

	наноструктурированных материалов. Зависимость свойств (кинетических, механических, электрических, магнитных, фазовые превращения) от размера частиц /Лек/				
2.2	Проработка лекционного материала по теме «Идеальная и реальная структура наночастиц. Физические и химические свойства наночастиц и наноструктурированных материалов. Зависимость свойств (кинетических, механических, электрических, магнитных, фазовые превращения) от размера частиц» /Ср/	2	4	ПК-1 ПК-2 УК-1	Л.4.1-Л.4.5 Э.1
2.3	Применения знаний по теме «Зависимость свойств (кинетических, механических, электрических, магнитных, фазовые превращения) от размера частиц» к решению научно-исследовательской задачи аспиранта /Ср/	2	4	ПК-1 ПК-2 УК-1	Л.4.1-Л.4.5 Э.1 6.4.1-6.4.4
2.4	Методы исследования наноструктурированных материалов /Лек/	2	4	ПК-1 ПК-2 УК-1	Л.1.1 Л.2.1- Л.2.3
2.5	Проработка лекционного материала по теме «Методы исследования наноструктурированных материалов» /Ср/	2	2	ПК-1 ПК-2 УК-1	Л.4.1-Л.4.5 Э.1
2.6	Применения знаний по теме «Методы исследования наноструктурированных материалов» к решению научно-исследовательской задачи аспиранта /Ср/	2	5	ПК-1 ПК-2 УК-1	Л.4.1-Л.4.5 Э.1 6.4.1-6.4.4
	Раздел 3. Физико-химические основы формирования наноструктурированных материалов				
3.1	Физико-химия получения наноструктурных материалов. Методы диспергирования. Методы агрегации /Лек/	2	4	ПК-1 ПК-2 УК-1	Л.1.1 Л.2.1- Л.2.3
3.2	Проработка лекционного материала по теме «Физико-химия получения наноструктурных материалов. Методы диспергирования. Методы агрегации» /Ср/	2	4	ПК-1 ПК-2 УК-1	Л.4.1-Л.4.5 Э.1
3.3	Применения знаний по теме «Методы диспергирования. Методы агрегации» к решению научно-исследовательской задачи аспиранта /Ср/	2	5	ПК-1 ПК-2 УК-1	Л.4.1-Л.4.5 Э.1 6.4.1-6.4.4
	Раздел 4 Авто- и гетерозпитаксия				
4.1	Авто- и гетерозпитаксия. /Лек/	2	4	ПК-1 ПК-2 УК-1	Л.1.1 Л.2.1- Л.2.3
4.2	Проработка лекционного материала по теме «Авто- и гетерозпитаксия» /Ср/	2	4	ПК-1 ПК-2 УК-1	Л.4.1-Л.4.5 Э.1
	Раздел 5 Электронное строение наночастиц. Поведение электронной подсистемы в наноматериалах. Поведение электронной подсистемы в наноматериалах				
5.1	Электронное строение наночастиц. Поведение электронной подсистемы в наноматериалах. Поведение электронной подсистемы в наноматериалах /Лек/	2	4	ПК-1 ПК-2 УК-1	Л.1.1 Л.2.1- Л.2.3
5.2	Проработка лекционного материала по теме «Электронное строение наночастиц.	2	4	ПК-1 ПК-2	Л.4.1-Л.4.5 Э.1

	Поведение электронной подсистемы в наноматериалах. Поведение электронной подсистемы в наноматериалах» /Ср/			УК-1	
	Раздел 6. Углеродные наноструктуры в электронике. Перспективы графеновой электроники				
6.1	Углеродные наноструктуры в электронике. Перспективы графеновой электроники /Лек/	2	4	ПК-1 ПК-2 УК-1	Л.1.1 Л.2.1- Л.2.3
6.2	Проработка лекционного материала по теме «Углеродные наноструктуры в электронике. Перспективы графеновой электроники» /Ср/	2	4	ПК-1 ПК-2 УК-1	Л.4.1-Л.4.5 Э.1

**5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине разрабатывается в соответствии с Положением о формировании фондов оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации № П.312000.06.7.188-2017.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по данной дисциплине оформляется в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещаются в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

**6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л1.1	Под редакцией Ханнинк Р., Хилл А.	Наноструктурные материалы https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=115678&sr=1	РИЦ «Техносфера» 2009	100% онлайн

6.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л2.1	Редактор: Солнцев Ю.П.	Нанотехнологии и специальные материалы: учебное пособие https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=98343&sr=1	СПб.: Химиздат, 2009	100% онлайн
Л2.2	Алтунин К.К.	Оптика наноструктур и наноматериалов: учебное пособие, Ч. 1. Микроскопические уравнения электродинамики https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=240553&sr=1	М.: Директ-Медиа, 2014	100% онлайн
Л2.3	Алтунин К.К.	Оптика наноструктур и наноматериалов: учебное пособие, Ч. 2. Уравнения для атомных переменных https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=240554&sr=1	М.: Директ-Медиа, 2014	100% онлайн

6.1.3 Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во экз.
--	---------	----------	---------------	-------------

	составители		год издания/ Личный кабинет обучающегося	в библиотеке/ 100% онлайн
ЛЗ.1		Методические материалы по дисциплине «Наноструктурированные материалы»	Личный кабинет обучающегося	100% онлайн
6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л4.1	Под редакцией Ханнинк Р., Хилл А.	Наноструктурные материалы https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=115678&sr=1	РИЦ «Техносфера» 2009	100% онлайн
Л4.2	Редактор: Солнцев Ю.П.	Нанотехнологии и специальные материалы: учебное пособие https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=98343&sr=1	СПб.: Химиздат, 2009	100% онлайн
Л4.3	Алтунин К.К.	Оптика наноструктур и наноматериалов: учебное пособие, Ч. 1. Микроскопические уравнения электродинамики https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=240553&sr=1	М.: Директ-Медиа, 2014	100% онлайн
Л4.4	Алтунин К.К.	Оптика наноструктур и наноматериалов: учебное пособие, Ч. 2. Уравнения для атомных переменных https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=240554&sr=1	М.: Директ-Медиа, 2014	100% онлайн
Л4.5		Методические материалы по дисциплине «Наноструктурированные материалы»	Личный кабинет обучающегося	100% онлайн
6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э.1	ЭБС "Университетская библиотека онлайн" http://biblioclub.ru/			
6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)				
6.3.1 Перечень базового программного обеспечения				
6.3.1.1	ОС Microsoft Windows XP Professional, количество – 227, лицензия № 44718499; ОС Microsoft Windows 7 Professional, количество – 100, лицензия № 49379844			
6.3.1.2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, количество – 155, Лицензия № 48288083; Libre Office v. 5.2, свободно распространяемое ПО, https://ru.libreoffice.org			
6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения				
6.3.2.1	Использование специального программного обеспечения не предусмотрено			
6.3.3 Перечень информационных справочных систем				
6.3.3.1	Использование информационных справочных систем не предусмотрено			

6.4 Периодические издания				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.4.1		Физика твердого тела: научный журнал	Наука/Интерпер ио дика" (МАИК "Наука")	Читальный зал СВЛ
6.4.2		Кристаллография: научный журнал	Наука/Интерпер ио дика" (МАИК "Наука")	Читальный зал СВЛ
6.4.3		Нанотехнологии: Наука и производство	учредитель и издатель: ООО "Изд-во Практика"	Читальный зал СВЛ
6.4.4		Известия высших учебных заведений. Физика: научный журнал	Издательство научно-технической литературы, Томск	Читальный зал СВЛ

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 80.
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины.
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники Д-316.
4	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям: электронная структура атомов, гибридизация атомных орбиталей, дефекты Френкеля и Шоттки, электрон-фононное взаимодействие, точка Нееля, вихри Абрикосова и др.
Самостоятельная работа	При проработке лекционного материала необходимо обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в

рекомендуемой литературе; проверить термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

При подготовке конспекта необходимо проработать научную, методическую и периодическую литературу по заданной теме. Кратко изложить материал при этом содержание материала должно быть логически связанным. При раскрытии исследуемой проблемы приводить различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

**Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.ДВ.02.01 Наноструктурированные материалы**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации по дисциплине**

Б1.В.ДВ.02.01 Наноструктурированные материалы

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Дисциплина «Физика конденсированного состояния» участвует в формировании компетенции:

ПК-1: способностью и готовностью к теоретическим и экспериментальным исследованиям природы кристаллических и аморфных неорганических и органических веществ в твердом и жидком состоянии и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях

ПК-2: способностью и готовностью к разработке математических моделей и экспериментальных методов с целью исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения материалов с определенными свойствами

УК-1: способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ПК-1, ПК-2, УК-1 при освоении образовательной программы

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин, практик, участвующих в формировании компетенции	Курс изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ПК-1	способностью и готовностью к теоретическим и экспериментальным исследованиям природы кристаллических и аморфных неорганических и органических веществ в твердом и жидком состоянии и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях	Б1.В.01 Физика конденсированного состояния	1-2	1-2
		Б1.Б.03 Методика написания научной работы и организация научных исследований	1	1
		Б1.В.04 Тренинг профессионально ориентированных риторике, дискуссий и общения	2	2
		Б1.В.ДВ.01.01 Психология и педагогика высшей школы	2	2
		Б1.В.ДВ.01.01 Методика преподавания технических дисциплин	2	2
		Б1.В.ДВ.02.01 Наноструктурированные материалы	2	2
		Б1.В.ДВ.02.02 Оптика твердотельных объектов	2	2
		Б2.В.01(П) Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (педагогическая)	3	3
		Б2.В.02(П) Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская)	4	4
		Б3.В.01(Н) Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание учёной степени кандидата наук	1-4	1-4
		Б4.Б.01(Г) Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	4	4
Б4.Б.02(Д) Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)	4	4		
ПК-2	способностью и готовностью к разработке математических моделей и	Б1.В.01 Физика конденсированного состояния	1-2	1-2
		Б1.В.02 Информационные технологии в науке и образовании	1	1
		Б1.В.03 Защита интеллектуальной собственности и авторского права	1	1

экспериментальных методов с целью исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения материалов с определенными свойствами	Б1.В.ДВ.02.01 Наноструктурированные материалы	2	2	
	Б1.В.ДВ.02.02 Оптика твердотельных объектов	2	2	
	Б2.В.02(П) Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская)	4	4	
	Б3.В.01(Н) Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание учёной степени кандидата наук	1-4	1-4	
	Б4.Б.01(Г) Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	4	4	
	Б4.Б.02(Д) Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)	4	4	
УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Б1.Б.03 Методика написания научной работы и организация научных исследований	1	1
		Б1.В.03 Защита интеллектуальной собственности и авторского права	1	1
		Б1.В.ДВ.02.01 Наноструктурированные материалы	2	2
		Б1.В.ДВ.02.02 Оптика твердотельных объектов	2	2
		Б3.В.01(Н) Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание учёной степени кандидата наук	1-4	1-4
		Б4.Б.02(Д) Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)	4	4

**Таблица соответствия уровней освоения компетенций ПК-1, ПК-2, УК-1
планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов/тем дисциплины	Уровни освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПК-1	способностью и готовностью к теоретическим и экспериментальным исследованиям природы кристаллических и аморфных неорганических и органических веществ в твердом и жидком состоянии и изменения их физических	1. Введение. Классификация нанообъектов 2. Особые физические и химические свойства наночастиц и наноструктурированных материалов. Зависимость свойств от размера частиц 3. Физико-химические основы формирования наноструктурированных материалов 4 Авто- и гетероэпитаксия 5 Электронное строение наночастиц.	Минимальный уровень	Знать: современные методы теоретического исследования природы наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях Уметь: проводить теоретические исследования природы наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях по стандартным методикам Владеть: опытом проведения теоретического исследования наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях по стандартным методикам
			Базовый уровень	Знать: современные методы экспериментального исследования природы наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при

	свойств при различных внешних воздействиях	Поведение электронной подсистемы в наноматериалах. Поведение электронной подсистемы в наноматериалах 6. Углеродные наноструктуры в электронике. Перспективы графеновой электроники		<p>различных внешних воздействиях</p> <p>Уметь: проводить экспериментальные исследования наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях по стандартным методикам</p> <p>Владеть: опытом проведения экспериментального исследования природы наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях по стандартным методикам</p>
			Высокий уровень	<p>Знать: инновационные подходы к теоретическим и экспериментальным исследованиям природы наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях</p> <p>Уметь: проводить теоретические и экспериментальные исследования природы наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях по авторским методикам</p> <p>Владеть: опытом проведения теоретических и экспериментальных исследований природы наноструктурированных материалов и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях по авторским методикам</p>
ПК-2	способностью и готовностью к разработке математических моделей и экспериментальных методов с целью исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения материалов с определенными свойствами	<p>1. Введение. Классификация нанообъектов</p> <p>2. Особые физические и химические свойства наночастиц и наноструктурированных материалов. Зависимость свойств от размера частиц</p> <p>3. Физико-химические основы формирования наноструктурированных материалов</p> <p>4 Авто- и гетероэпитаксия</p> <p>5 Электронное строение наночастиц. Поведение электронной подсистемы в наноматериалах. Поведение электронной подсистемы в наноматериалах</p> <p>6. Углеродные</p>	Минимальный уровень	<p>Знать: современные математические модели для исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения наноструктурированных материалов</p> <p>Уметь: разрабатывать математические модели для исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения наноструктурированных материалов</p> <p>Владеть: опытом разработки математических моделей для исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения наноструктурированных материалов</p>
			Базовый уровень	<p>Знать: современные экспериментальные методы для исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения наноструктурированных материалов</p> <p>Уметь: разрабатывать экспериментальные методы для исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения наноструктурированных материалов</p> <p>Владеть: опытом разработки экспериментальных методов для исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения материалов</p>

		наноструктуры в электронике. Перспективы графеновой электроники		наноструктурированных материалов
			Высокий уровень	Знать: принципы разработки математических моделей и экспериментальных методов с целью исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения наноструктурированных материалов
				Уметь: разрабатывать экспериментальные методы совместно с адекватными математическими моделями для исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения наноструктурированных материалов
				Владеть: опытом разработки экспериментальных методов совместно с адекватными математическими моделями для исследования физических свойств и создания физических основ промышленной технологии получения наноструктурированных материалов
УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	1. Введение. Классификация нанообъектов 2. Особые физические и химические свойства наночастиц и наноструктурированных материалов. Зависимость свойств от размера частиц 3. Физико-химические основы формирования наноструктурированных материалов 4 Авто- и гетерозипитаксия 5 Электронное строение наночастиц. Поведение электронной подсистемы в наноматериалах. Поведение электронной подсистемы в наноматериалах		Знать: современные научные достижения физики и химии наноструктурированных материалов в области научно-исследовательской задачи
				Уметь: критически анализировать и оценивать современные научные достижения в области физики и химии наноструктурированных материалов
				Владеть: методами критического анализа и оценки современных научных достижений в области физики и химии наноструктурированных материалов
				Знать: основные научные достижения во всех разделах физики и химии наноструктурированных материалов
				Уметь: генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач в области физики и химии наноструктурированных материалов
				Владеть: методами решения исследовательских и практических задач в области физики и химии наноструктурированных материалов
				Знать: современные научные достижения физики и химии наноструктурированных материалов, использующие для решения проблем в междисциплинарных областях
				Уметь: генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач в области физики и химии наноструктурированных материалов для решения проблем в междисциплинарных областях
				6. Углеродные наноструктуры в электронике. Перспективы графеновой электроники

**Программа контрольно-оценочных мероприятий
за период изучения дисциплины**

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения)
2 курс				
1	5	Текущий контроль	Применения знаний по теме «Зависимость свойств (кинетических, механических, электрических, магнитных, фазовые превращения) от размера частиц» к решению научно-исследовательской задачи аспиранта	ПК-1 ПК-2 УК-1 Собеседование (устно)
2	7	Текущий контроль	Применения знаний по теме «Методы исследования наноструктурированных материалов» к решению научно-исследовательской задачи аспиранта	ПК-1 ПК-2 УК-1 Собеседование (устно)
3	9	Текущий контроль	Применения знаний по теме «Методы диспергирования. Методы агрегации» к решению научно-исследовательской задачи аспиранта	ПК-1 ПК-2 УК-1 Собеседование (устно)
4	10	Промежуточная аттестация – зачет	Разделы: 1. Введение. Классификация нанообъектов 2. Особые физические и химические свойства наночастиц и наноструктурированных материалов. Зависимость свойств от размера частиц 3. Физико-химические основы формирования наноструктурированных материалов 4 Авто- и гетероэпитаксия 5 Электронное строение наночастиц. Поведение электронной подсистемы в наноматериалах. Поведение электронной подсистемы в наноматериалах 6. Углеродные наноструктуры в электронике. Перспективы графеновой электроники	ПК-1 ПК-2 УК-1 Собеседование (письменно, устно)

2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Перечень оценочных средств сформированности компетенций представлен в таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
Текущий контроль успеваемости			
1	Собеседование	Средство контроля на занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитана на выяснения объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Темы дисциплины
Промежуточная аттестация			
2	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Комплект теоретических вопросов по разделам

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета (в конце второго курса), а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«зачтено»	Обучающийся на предложенные вопросы в процессе собеседования ответил правильно, полностью раскрыл смысл и содержание каждого из вопросов, не допустив ошибок, сделал логически правильные выводы; показал хорошее знание лекций и самостоятельной работы, а также способность ориентироваться в основной и дополнительной литературе, рекомендованной программой.	Компетенции сформированы
«не зачтено»	Обучающийся на предложенные вопросы в процессе собеседования отвечал не правильно, имеют место значительные пробелы в усвоении основных тем дисциплины; отсутствует логика изложения материала, сделаны неверные выводы или отсутствуют вовсе; обучающийся не знаком с материалом лекций, не осуществлял самостоятельные работы, не знает основной и дополнительной литературы; обучающийся не отвечает на вопросы, затрудняется в определении основных понятий изучаемой дисциплины, не владеет профессиональной технологией.	Компетенции не сформированы

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Критерии и шкала оценивания собеседования

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	В ответе обучающегося отражены основные концепции и теории по данному вопросу, проведен их критический анализ и сопоставление, описанные теоретические положения иллюстрируются практическими примерами и экспериментальными данными. Обучающимся формулируется и обосновывается собственная точка зрения на заявленные проблемы, материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов
«хорошо»	В ответе обучающегося описываются и сравниваются основные современные концепции и теории по данному вопросу, описанные теоретические положения иллюстрируются практическими примерами, обучающимся формулируется собственная точка зрения на заявленные проблемы, однако он испытывает затруднения в ее аргументации. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов
«удовлетворительно»	В ответе обучающегося отражены лишь некоторые современные концепции и теории по данному вопросу, анализ и сопоставление этих теорий не проводится. Обучающийся испытывает значительные затруднения при иллюстрации теоретических положений практическими примерами. У обучающегося отсутствует собственная точка зрения на заявленные проблемы. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов
«неудовлетворительно»	Ответ обучающегося не отражает современные концепции и теории по данному вопросу. Обучающийся не может привести практических примеров. Материал излагается «житейским» языком, не используются понятия и термины соответствующей научной области. Ответ отражает систему «житейских» представлений обучающегося на заявленную проблему, обучающийся не может назвать ни одной научной теории, не дает определения базовым понятиям

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1 Перечень тем к собеседованию

1. Зависимость свойств (кинетических, механических, электрических, магнитных, фазовые превращения) от размера частиц
2. Методы исследования наноструктурированных материалов
3. Методы диспергирования. Методы агрегации

3.2 Перечень теоретических вопросов зачету (для оценки знаний)

Вопросы к зачету за 2 курс

1. Появление и развитие нанотехнологии.
2. Принципы классификации нанообъектов и наноструктур. Основные классы наноматериалов и области их использования.
3. Размерные эффекты (РЭ) в наноструктурах.
4. Понятие о скейлинге, автомодельности и границах применимости теории/модели.
5. Основные разновидности РЭ в наномасштабных структурах.
6. Основные группы физических причин специфического поведения нанообъектов.

7. Роль свободных и внутренних поверхностей в физико-химии наноструктур.
8. Размерное квантование. Квантовые нити и квантовые точки. Квантовые точки с оболочками.
9. Физические принципы и основные группы методов исследования наноструктур.
10. Упругое и неупругое рассеяние.
11. Принципы и методы измерения размеров наночастиц.
12. Синтез наноматериалов.
13. Методы получения наноструктурированных объектов
14. Примеры применения наноструктур в технике.
15. Углеродные наноструктуры в электронике.
16. Перспективы графеновой электроники

4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью спланированных оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Собеседование	Преподаватель не менее чем за неделю до срока собеседования должен довести до сведения обучающихся тему. Темы выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. Собеседование проводится в устной форме по теме, относящейся к решению научно-исследовательской задачи аспиранта.

Для организации и проведения промежуточной аттестации в форме зачета предлагаются контрольные вопросы или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов к зачету обучающиеся получают в начале курса через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Для организации и проведения промежуточной аттестации в форме зачета составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

- перечень теоретических вопросов к зачету для оценки знаний;
- перечень тем к собеседованию;

Перечень теоретических вопросов и тем к собеседованию обучающиеся получают в начале каждого курса через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета будут использованы результаты текущего контроля успеваемости в течение курса. Оценочные средства и типовые контрольные задания текущего контроля, позволяют оценить знания, умения и

владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация в форме зачета по дисциплине проводится с проведением аттестационного испытания в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач (не более двух теоретических и двух практических). Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания в форме собеседования проходит на последнем занятии по дисциплине.

