ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных наук

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Замышляева А. А.
Пользователь: zamyshlaevaaa
Дата подписания: 21.05.2023

А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 2.1.10.1 Специальная дисциплина
для научной специальности 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Воронцов А. Г.
Пользователь: vorontsovag
Дата подписания: 21.05.2023

А. Г. Воронцов

Разработчик программы,
д.физ.-мат.н., доц., профессор

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Бескачко В. П.
Пользователь: beskachkovp
Дата подписания: 12.05.2023

В. П. Бескачко

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: развитие компетенций аспирантов до уровня, позволяющего начать самостоятельные исследования в области нанотехнологий и наноматериалов на современном этапе ее развития. Задачи: - феноменологическое описание свойств и процессов синтеза наночастиц и их агрегатов; - изучение физико-химических принципов и моделей, описывающих формирование наносистем и их свойства; - микроскопическое (квантовомеханическое) описание свойств наносистем и выявляемых при этом квантовых эффектов; - обзор современного состояния и перспектив использования нанотехнологий в науке, промышленности и других областях человеческой деятельности.

Краткое содержание дисциплины

Бум в области нанотехнологий, начавшийся в 90-е годы после открытия низкоразмерных форм углерода, к настоящему времени привел к созданию обширной и всепроникающей области знаний, разветвленной на множество направлений со своими специфическими целями и методами их достижения: наноэлектроника, наномедицина, нанофотоника и пр. Систематическое и полное описание этой области уже невозможно как ввиду огромного массива данных, полученных к настоящему времени, так и из-за быстрого их пополнения (по 100 000 публикаций в год за последние 3 года). Тем более это невозможно сделать в рамках учебного курса конечной длины. Поэтому в настоящем курсе мы ограничимся рассмотрением только принципиальных вопросов, относящихся к нанотехнологиям вообще: 1) С какими телами имеют дело в нанотехнологиях? 2) Каковы отличительные свойства этих тел и чем они привлекательны? 3) Как синтезировать наноразмерные частицы или массивные материалы из них? 4) Как объяснить зависимость свойств наносистем от их размеров и какие модели нужны, чтобы предсказать эту зависимость? 5) Почему в малых системах проявляются свойства, отсутствующие у больших систем, но свойственные микроскопическим (квантовым) системам? Как описывать квантовые эффекты и какие модели нужны для их предсказания? 6) Как и где используются особые свойства наносистем сейчас и что мы ждем от них в перспективе?

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Знать:

отличительные свойства и классификацию наноразмерных систем, методы синтеза, способы интерпретации и предсказания размерных эффектов.

Уметь:

использовать физико-химические модели для описания процессов синтеза наносистем и оценки свойств последних, включая квантовые свойства.

Владеть:

методами поиска достоверной и актуальной информации об исследованиях в данной предметной области, математическими методами решения возникающих задач и представления полученных результатов.

3. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина относится к Образовательному компоненту программы аспирантуры.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия:	36	36
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	36	36
Подготовка к экзамену по дисциплине	6	6
Изучение материалов раздела 2 и подготовка к текущей аттестации по этому разделу	15	15
Изучение материалов раздела 1 и подготовка к текущей аттестации по этому разделу	15	15
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах		
		Всего	Л	ПЗ
1	Нанотехнологии: основные понятия и определения. Наноструктурированные материалы. Методы синтеза и консолидации наноструктурных материалов. Классические и квантовые размерные эффекты	16	16	0
2	Свойства наноструктурированных материалов и модели для их описания. Углеродные наноструктуры и их аналоги. Наноматериалы для мехатроники, сенсорики, информатики и других областей деятельности	20	20	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Основные представления, понятия и определения. Классификация	2

		наноразмерных материалов. Области применения. Достижения и проблемы.	
2	1	Размерные эффекты, возникающие вследствие увеличения доли атомов, располагающихся на поверхности наночастиц.	4
3	1	Квантовые размерные эффекты	2
4	1	Синтез наноматериалов. Газофазный синтез	2
5	1	Жидкофазный и золь-гель синтез	2
6	1	Твердофазный синтез	2
7	1	Методы консолидации наночастиц	2
1	2	Физико-химические свойства 3D наноструктурированных материалов	4
2	2	Квантовые модели 0-,1- и 2-мерных наносистем	4
3	2	Строение и свойства фуллеренов и родственных им структур	2
4	2	Строение и свойства углеродных нанотрубок и их аналогов	2
5	2	Материалы для наноэлектроники и нанофотоники	4
6	2	Наносенсоры. Классификация, принципы измерений и материалы	2
7	2	Наноразмерные материалы в устройствах мехатроники	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Самостоятельная работа аспиранта

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Изучение материалов раздела 1 и подготовка к текущей аттестации по разделу	1) Кульбачинский, В. А. Физика наносистем. Гл. 1, с. 17-40; гл. 2, с. 41-90; гл. 9, с. 265-293; гл. 10, с. 294-332 2 Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. Гл. 1-2, с. 46-149; Гл. 5-6, с. 267-374 3) Пряхин Е. И. и др. Наноматериалы и нанотехнологии. Гл. 3, с. 121-204 4) Морозов, В. Г. Физика низкоразмерных структур. Гл. 2, с. 8-13	15
Изучение материалов раздела 2 и подготовка к текущей аттестации по разделу	1) Кульбачинский В.А. Физика наносистем. Гл. 15-18, с. 456-613 2) Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. Гл. 4, с. 202-266 3) Пряхин Е. И. и др. Наноматериалы и нанотехнологии. Гл. 1, с. 9-62; Гл. 4, с. 238-296; Гл. 5, с. 301-345 4) Морозов, В. Г. Физика низкоразмерных структур. Гл. 2, с.14-43	15
Подготовка к экзамену	См. литературу для подготовки к текущим аттестациям	6

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Не предусмотрены

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Нанотехнологии: основные понятия и определения. Наноструктурированные материалы. Методы синтеза и консолидации наноструктурных материалов. Классические и квантовые размерные эффекты		Текущий, контрольная работа 1	1
Свойства наноструктурированных материалов и модели для их описания. Углеродные наноструктуры и их аналоги. Наноматериалы для мехатроники, сенсорики, информатики и других областей деятельности		Текущий, контрольная работа 2	2
Все разделы		Экзамен	1,2

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Текущий, контрольная работа 1	Контрольная работа содержит 2 вопроса, один из которых имеет описательный характер (на знание основных понятий, определений и законов в изучаемой области, методов синтеза наносистем и свойств материалов), а второй представляет собой задачу, требующую расчета некоторых свойств или параметров наносистем. Контрольная работа выполняется по завершению периода изучения раздела 1 во время, предусмотренное расписанием занятий. Контрольная проводится в письменной форме, время на выполнение - 1 академический час. Ответ на каждый вопрос оценивается по 5-балльной шкале, максимальная оценка за контрольную работу составляет 10 баллов. 5 баллов за вопрос ставится, если ответ на него правильный, полный, грамотно и аккуратно оформлен. 4 балла ставится, если есть единичные недостатки и замечания по поводу критериев, перечисленных выше для максимальной оценки. 3 балла ставится, если: 1) ответ неполный, 2) представлен неграмотно, небрежно, изложение нелогично, 2 балла ставится, если: 1) ответ неправильный 2) работа недоступна для оценки ввиду низкого качества оформления. 1 балл ставится, если ответ содержит только следы элементов, составляющих ответ на вопрос. 0 баллов ставится за отсутствие ответа	Отлично: ставится, если итоговый балл не меньше 9 Хорошо: ставится, если итоговый балл не меньше 7 Удовлетворительно: ставится, если итоговый балл не меньше 5 Неудовлетворительно: ставится, если итоговый балл меньше 5

	на вопрос. Итоговый балл за контрольную работу в целом получается суммированием баллов, полученных за каждый вопрос.	
Текущий, контрольная работа 2	Та же, что и при оценке контрольной работы 1	Отлично: если итоговый балл не меньше 9 Хорошо: если итоговый балл не меньше 7 Удовлетворительно: если итоговый балл не меньше 5 Неудовлетворительно: если итоговый балл меньше 5
Экзамен	В соответствии с балльно-рейтинговой системой контроля знаний сдача экзамена не является обязательной: итоговая оценка может быть выставлена по результатам текущего контроля как среднее значение оценок, полученных за выполнение контрольных работ 1 и 2. Экзамен проводится по окончании курса во время, предусмотренное расписанием сессии. Экзамен письменный, время на подготовку экзаменационной работы 60 минут. Экзаменационное задание содержит 10 вопросов по материалам курса в целом. Каждый вопрос оценивается в 5-балльной шкале по тем же критериям, что используются при оценке контрольных работ 1 и 2.	Отлично: если итоговый балл не меньше 9 Хорошо: если итоговый балл не меньше 7 Удовлетворительно: если итоговый балл не меньше 5 Неудовлетворительно: если итоговый балл меньше 5

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Текущий, контрольная работа 1	Ниже приведен вариант контрольной работы по разделу 1. 1. Фрагмент кристалла с простой кубической решеткой имеет форму куба с ребром L=Ma, где a – постоянная решетки, а M=1,2,3,…. – некоторое натуральное число. Сколько атомов, N, содержит этот фрагмент, если M=3? Сколько атомов, N_s, располагается на его поверхности? Какова доля поверхностных атомов в этом фрагменте? 2. Осаждение из газовой фазы. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Принципиальная схема установки и принцип действия. Условия проведения процесса и его модификации. Синтезируемые продукты Контрольная работа 1. Задания.pdf
Текущий, контрольная работа 2	Пример задания на КР 2 1. Электрон с эффективной массой 0,3m_0 (m_0- масса свободного электрона) находится в основном состоянии в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной l=5 нм с бесконечно высокими стенками. Найти: Вероятность пребывания электрона в области l/3<x<2l/3 Энергии основного и первого возбужденного состояний. Длину волны фотона, испущенного при переходе электрона из возбужденного состояния в основное. 2. Двумерные ван-дер-ваальсовы (ВдВ) материалы. Строение и свойства ВдВ (графен, фосфорен, нитрид бора, дихалькогениды переходных металлов (ДПМ)). Контрольная работа 2. Задания.pdf
Экзамен	Экзаменационные вопросы выбираются из списков вопросов, используемых на контрольных работах 1 и 2 (см. файлы, прилагаемые к КР 1 и КР 2). Первый вопрос берется из КР 1, а второй - из КР 2.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Кульбачинский, В. А. Физика наносистем В. А. Кульбачинский. - Москва: Физматлит, 2022. - 767 с. ил.
2. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии А. И. Гусев. - М.: Физматлит, 2005. - 410, [1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Жеребцов, Д. А. Нанотехнологии и наноматериалы [Текст] монография Д. А. Жеребцов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2009. - 114, [1] с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кульбачинский, В. А. Физика наносистем : монография / В. А. Кульбачинский. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2022. — 768 с. — ISBN 978-5-9221-1913-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — https://e.lanbook.com/book/305276 (дата обращения: 02.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователе
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : учебное пособие / А. И. Гусев. — 2-е изд., испр. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 416 с. — ISBN 978-5-9221-0582-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/2173 (дата обращения: 27.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Морозов, В. Г. Физика низкоразмерных структур : учебное пособие / В. Г. Морозов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2019. — 122 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/171471 (дата обращения: 27.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 596 с. — ISBN 978-5-8114-5149-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/133479 (дата обращения: 27.04.2023). — Режим доступа: для

			авториз. пользователей.
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лозовский, В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-3986-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/206276 (дата обращения: 27.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Давыдов, С. Ю. Элементарное введение в теорию наносистем : учебное пособие / С. Ю. Давыдов, А. А. Лебедев, О. В. Посредник. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1565-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/211496 (дата обращения: 27.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Смирнов, В. И. Физические основы нанотехнологий и наноматериалы : учебное пособие / В. И. Смирнов. — Ульяновск : УлГТУ, 2017. — 240 с. — ISBN 978-5-9795-1731-5. https://e.lanbook.com/book/165058 (дата обращения: 02.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНИТИ РАН(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	447 (1)	ПК, проектор, экран