

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»
(Самарский университет)

Естественнонаучный институт
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наноструктуры и проблемы наукоемких технологий

Основная образовательная программа направления
03.04.02 Физика

образовательная программа
Теоретическая и математическая физика

Блок 1, базовая часть

направленность: академическая

Квалификация (степень) выпускника
магистр

Форма обучения
очная

Курс 2, семестр 3

Самара
2018

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования направления (специальности) 03.04.02 ФИЗИКА (квалификация (степень) «МАГИСТР»), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от « 28 » августа 2015 г. № 913. Зарегистрировано в Минюсте России 23 сентября 2015 г. № 38961.

Составитель рабочей программы: Цирова И.С., к.ф.-м.н., доцент кафедры общей и теоретической физики

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе, требования к уровню освоения содержания дисциплины

1.1. Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины — изучение основ физики наносистем и перспектив использования этих систем в высоких технологиях. Рассматриваются атомные кластеры, углеродные структуры (фуллерены, нанотрубки, графен), наноструктуры в современной электронике и фотонике.

Задачи дисциплины:

- изучение способов получения наносистем, основных экспериментов;
- анализ физических свойств наносистем и связанных с ними эффектов, базовых теоретических моделей;
- изучение последних достижений в данной области, разнообразных практических приложений.

1.2. Результаты обучения и формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) компетенции

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

знать:

- классификацию наноструктур, различные типы нанообъектов: нанопорошки, полупроводниковые гетероструктуры, квантовые точки, нити, ямы, коллоидные системы;
- области применения наноструктур;
- способы получения наноструктур;
- фундаментальные опыты, подтверждающие справедливость основных выводов теории наносистем;

уметь:

- понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию по дисциплине;

владеть:

- методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации по дисциплине;

иметь опыт:

- использования теоретических основ, основных понятий, законов и моделей физики наносистем.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов *следующих компетенций* в соответствии с ФГОС ВПО по данному направлению:

Код компетенции	Наименование результата обучения
ПК-1	способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта
ПК-2	способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности
ПК-3	способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

1.3. Место дисциплины в структуре ООП

Для усвоения курса студент должен владеть основными методами и представлениями классической электродинамики и квантовой механики, современными методами математической физики.

Понятия, законы и методы, введенные в курсе, будут использоваться в научно-исследовательской работе на всех магистерских программах физического факультета.

2. Содержание дисциплины

2.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Семестр - 3, вид отчетности – зачет

Вид учебной работы	Объем часов/ зачетных единиц
Трудоемкость изучения дисциплины	72/2
Контактная работа с преподавателем	36
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	28
в том числе:	
Лекции	14
Лабораторные занятия	14
Контролируемая самостоятельная работа (КСР)	8
Самостоятельная работа студента (всего)	36
в том числе:	
Подготовка к лекционным занятиям	9
Подготовка лабораторным занятиям, самостоятельное решение задач	9
Подготовка реферата	9
Подготовка проекта (презентация, доклад)	9
Подготовка и сдача экзамена	Не предусмотрен

2.2. Содержание учебного курса

Введение. Р. Фейнман и история нанотехнологий.

Важнейшие открытия в физике наносистем. Р. Фейнман и начало эры нанотехнологий. Управление свойствами материалов на нанометровом масштабе. Наблюдение нанобъектов. Наноманипулирование. Создание объектов по принципам "сверху-вниз" и "снизу-вверх".

Тема 1. Классификация наноматериалов Особенности взаимодействий на наномасштабах

Многообразие наносистем. Наночастицы, атомные кластеры. Углеродные структуры: фуллерены, графен, нанотрубки. Нанопористые вещества. Низкоразмерные системы. Наноструктурированные поверхности и пленки. Нанослоистые структуры. Фотонные кристаллы. Взаимодействия на наномасштабах. Сила поверхностного натяжения, гранулярная структура пленок. Сила трения для нанообъектов.

Тема 2. Методы диагностики и исследования наноструктур

Просвечивающий и сканирующий (растровый) электронные микроскопы. Режим получения дифрактограм. Режим получения изображений образца. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ). Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ). Атомно-силовой микроскоп (АСМ). Режимы работы. Методы детектирования отклонения кантилевера. Микроскопия ближнего поля, ближнепольный оптический микроскоп.

Тема 3. Углеродные наноструктуры

Графен. Фуллерены. Массовый спектр углеродных кластеров. Свойства фуллеренов и их применение. Аккумуляторы водорода. Нелинейные среды с фуллеренами. Применение в медицине. Углеродные нанотрубки, их классификация. Углеродные нанотрубки в электронике. Эндофуллерены. Фуллерит. Фоточувствительные элементы на основе фуллерита.

Тема 4. Нанoeлектроника

Низкоразмерные структуры современной нанoeлектроники: квантовые ямы, нити, точки. Размерное квантование. Решение уравнения Шредингера для треугольного потенциала. Квантовые ямы в полупроводниковых гетероструктурах. Лазеры на квантовых ямах. Резонансно-туннельный диод. Плотность электронных состояний в трехмерном, двумерном, одномерном и нульмерном случаях. Распределение и транспорт носителей заряда в квантово-размерных структурах. Одночастичный транспорт. Кулоновская блокада. Одноэлектронный транзистор на квантовой точке. Баллистическая проводимость. Оптические свойства квантовых точек. Практические применения.

Тема 5. Нанooптика

Фотонные кристаллы, классификация Фотонно-кристаллические волокна. Нанofотоника и дифракционная оптика. Проблема дифракционного предела. Плазмоника. Плазменные возбуждения в объеме. Плазмоны и поляритоны. Плазмонный резонанс. Локализованные плазмоны. Поверхностные плазмон-поляритоны. Оптическая манипуляция наночастицами. Оптические «пинцеты». Материалы нанofотоники. Метаматериалы.

Тема 6. Спинтроника

Электропроводность ферромагнетиков. Колоссальное магнетосопротивление. Гигантское магнетосопротивление. Сверхрешетки. Практические приложения.

2.3. Учебно-тематический план

2.3.1. Структура дисциплины

№ раз-дела	Наименование разделов, тема	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1	Введение. Р. Фейнман и история нанотехнологий.	2	2		-	-
	Тема 1. Классификация наноматериалов Особенности взаимодействий на наномасштабах	8	2		-	6
	Тема 2. Методы диагностики и исследования наноструктур	8	2		-	6
	Тема 3. Углеродные наноструктуры	10	2		2	6
	Тема 4. Нанoeлектроника	12	2		4	6
	Тема 5. Нанооптика	12	2		4	6
	Тема 6. Спинтроника	12	2		4	6
	Контролируемая самостоятельная работа (КСР)	8	-		-	8
	Итого:	72	14	-	14	44

2.3.2. Лабораторные работы

№	№ Раздела, темы	Название лабораторных работ	Кол-во часов	Образовательная технология
1	Тема 3	Углеродные наноструктуры	2	Круглый стол, практика
2	Тема 4	Нанoeлектроника	4	Групповое решение задач, обсуждение разработанных вариантов, расчетные работы
3	Тема 5	Нанооптика	4	Расчетные работы. Групповое обсуждение презентаций
4	Тема 6	Спинтроника	4	Расчетные работы, представление индивидуальных проектов
		Итого:	14	

2.3.3. Практические занятия (семинары) – не предусмотрены

2.3.4. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ Раздела, темы	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма контроля
1	Нанопористые вещества. Сила поверхностного натяжения, гранулярная структура пленок. Сила трения для нанообъектов.	6	Собеседование
2	Основные типы сигналов, которые генерируются и детектируются в процессе работы микроскопов	6	Собеседование Обзор научных статей
3	Фуллерены как сорбенты. Эндофуллерены. Фуллерит.	6	Собеседование Обзор научных статей
4	Резонансно-туннельный диод. Одноэлектронные транзисторы.	6	Собеседование Обзор научных статей
5	Нелинейные явления в устройствах нанофотоники. Выполнение самостоятельного исследования	6	Отчет по индивидуальным заданиям Собеседование
6	Гигантское магнетосопротивление. Практические приложения. Выполнение самостоятельного исследования	6	Защита индивидуального проекта
	Итого	36	

2.3.5. Курсовой проект (курсовая работа)

Не предусмотрен.....

(Приводятся примерные темы курсового проекта или курсовой работы)

2.3.6. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Наноструктуры и проблемы наукоемких технологий» используются следующие образовательные технологии:

- 1) традиционная образовательная технология (*лекция, лекция визуализация, собеседование, обзор научных статей, наблюдение*);
- 2) технология интерактивного коллективного взаимодействия (*эвристическая беседа, лекция – презентация, групповое решение творческих задач, обсуждение кейса, групповое обсуждение презентации, доклада по проекту, мозговой штурм*);
- 3) технология проблемного обучения (*проблемная лекция, исследовательский проект, кейс*).

2.3.7. Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр / тема	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3 / 2	КСР	Обсуждение индивидуальных проектов, использование и анализ видео-, аудиоматериалов	2
3 / 3	Лабораторное занятие	Круглый стол, практика	2

Семестр / тема	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3 / 3	КСР	Обсуждение индивидуальных проектов Использование и анализ видео-, аудиоматериалов	2
3 / 4	Лабораторное занятие	Групповое решение задач, обсуждение разработанных вариантов, расчетные работы	4
3 / 4	КСР	Обсуждение индивидуальных проектов Использование и анализ видео-, аудиоматериалов	2
3 / 5	Лабораторное занятие	Расчетные работы. Групповое обсуждение презентаций	4
3 / 5	КСР	Обсуждение индивидуальных проектов Использование и анализ видео-, аудиоматериалов	2
3 / 6	Лабораторное занятие	Расчетные работы, представление индивидуальных проектов	4
Итого:			22 <i>(61% аудиторных часов)</i>

2.3.8. Оценочные средства результатов обучения *

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование средств оценки результатов обучения
1	Введение. Р. Фейнман и история нанотехнологий.	ПК-1 ПК-2 ПК-3	Собеседование
2	Тема 1. Классификация наноматериалов Особенности взаимодействий на наномасштабах		Собеседование, разноуровневые задачи и задания
3	Тема 2. Методы диагностики и исследования наноструктур		Собеседование, расчетно-графическая работа
4	Тема 3. Углеродные наноструктуры		Собеседование, разноуровневые задачи и задания
5	Тема 4. Нанозлектроника		Собеседование, реферат, презентация
6	Тема 5. Нанооптика		Собеседование, реферат, презентация
7	Тема 6. Спинтроника		Собеседование, расчетно-графическая работа
9	Текущий контроль	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Использование балльно-рейтинговой системы (БРС)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование средств оценки результатов обучения
10	Промежуточная аттестация: зачет	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Использование балльно-рейтинговой системы (БРС)

* *Фонд оценочных средств по дисциплине (тематика рефератов, проектов, эссе; экзаменационные билеты; контрольные вопросы, задания и тесты, а также критерии их оценки) является обязательной частью УМК дисциплины.*

3. Балльно-рейтинговая система

Оценка «зачтено» по дисциплине «Наноструктуры и проблемы наукоемких технологий», по которой в данном семестре нет экзамена, выставляется студенту, набравшему 50 и более баллов, означающих, что содержание курса освоено полностью, необходимые компетенции и практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине «Наноструктуры и проблемы наукоемких технологий», закрываемой семестровой аттестацией (зачет), равна 100.

Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

1	Контрольные мероприятия	До 40 баллов
	<i>Выступление – защита индивидуального проекта</i>	<i>До 30 баллов</i>
	<i>Контрольная работа</i>	<i>До 10 баллов</i>
2.	Выполнение заданий по дисциплине в течение семестра	до 60 баллов
	<i>Самостоятельное решение задач</i>	<i>До 40 баллов</i>
	<i>Реферат</i>	<i>До 10 баллов</i>
	<i>Презентация</i>	<i>До 10 баллов</i>
3.	Выполнение дополнительных практико-ориентированных заданий	до 20 баллов (дополнительно)
	<i>Исследовательский проект</i>	<i>до 20 баллов</i>

Распределение баллов, составляющих основу оценки работы студента по изучению дисциплины «Наноструктуры и проблемы наукоемких технологий» в течение 3 семестра:

- *100 баллов распределяются на учебный период (3 семестр), заканчивающийся промежуточной аттестацией;*
- *100 баллов – контрольные мероприятия и индивидуальный проект;*
- *возможность набора дополнительных 20 баллов за практико-ориентированные задания.*

4. Сведения о материально-техническом обеспечении дисциплины

№п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
1	Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование
2	Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование

5. Информационные технологии, средства электронного обучения и лицензионное программное обеспечение

1. Пакет Microsoft Office 2003
2. Пакет OpenOffice.org
3. Операционная система семейства Windows.
4. Пакет прикладных программ Mathematica 6.0
5. Система электронного обучения ФГБОУ ВПО "Самарский государственный университет" на основе Moodle.
6. Электронная почта (<http://mail.ru>, <http://gmail.com>, <http://yandex.ru> и др.) на базе глобальных информационно-коммуникационных порталов, внутренняя корпоративная электронная почта ФГБОУ ВПО "Самарский государственный университет" (<http://mail.samsu.ru>)
7. Национальный открытый университет "ИНТУИТ" <http://www.intuit.ru/>
8. Портал доступа к образовательным ресурсам "Единое окно" <http://window.edu.ru/>

6. Литература

6.1. Основная

1. Давыдов А.С. Квантовая механика. М.: Наука, 1978 (*гриф Минобразования*).
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.. Квантовая механика. М.: Физматлит, 2004 (*гриф Минобразования*).
3. Галицкий В.М., Карнаков Б.М., Коган В.И.. Задачи по квантовой механике. М.: Наука, 1992 (*гриф Минобразования*).

6.2. Дополнительная

4. В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный, В.А. Гридчин. Основы наноэлектроники. М.: Логос, 2006 (*гриф Минобразования*).
5. В.В. Климов. Наноплазмоника. М.: Физматлит, 2010.
6. С.А. Майер. Плазмоника. М.-Ижевск: РХД, 2011.
7. Ч. Пул, Ф.Оуэнс, — Нанотехнологии, М., «Техносфера», 2004
8. «Нанотехнологии в ближайшем десятилетии», под ред. М.Роко. М.. Мир. 2002.
9. Дьячков, — Углеродные нанотрубки. Строение, свойства, применение □, М., «Бином. Лаборатория знаний», 2006.

6.3. Учебно-методическое обеспечение и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для самостоятельной работы студентов

1. Перечень задач для аналитического решения.
2. Текст заданий для самостоятельного решения и примеры решений, выставленные на сайте Отдела дистанционных образовательных технологий СамГУ (<http://dosamara.ru/moodle/>).
3. Электронная версия дисциплины на сайте ОДОТ СамГУ в оболочке Moodle (<http://dosamara.ru/moodle/>) (в т.ч. конспекты лекций, УМК дисциплины).
4. <http://www.edu.ru/> — Федеральный портал Российское образование.
5. <http://www.rusnano.com/> — ОАО «РОСНАНО»
6. <http://www.rqc.ru/> -- Российский квантовый центр.
7. <http://www.nanorf.ru/> - Российский электронный наножурнал.

8. <http://www.sciencedirect.com> — база данных журналов издательства Эльзевир.
9. <http://prola.aps.org/> — архив журналов Американского физического общества
10. <http://xxx.lanl.gov> — архив электронных препринтов.

6.4. Рекомендуемые периодические издания

1. Теоретическая физика. Журнал.
2. Вестник СамГУ. Журнал.
3. Успехи физических наук. Журнал.
4. Журнал экспериментальной и теоретической физики.
5. Журналы APS (Американского физического сообщества).

7. Методические рекомендации

7.1. Методические рекомендации студентам по освоению учебной дисциплины

Текущий и промежуточный контроль результатов освоения дисциплины осуществляется с учетом балльно-рейтинговой системы, поэтому на первом занятии студенты подробно ознакомятся с технологической картой (БРС), планируют прохождение контрольных точек и выполнение заданий для самостоятельной работы.

По каждой теме предусмотрены задания из средств оценки результатов обучения, которые студент выполняет в процессе контактной работы с преподавателем либо в часы самостоятельной работы. Критерии оценки описаны в фонде оценочных средств.

При подготовке к лекции и при выполнении самостоятельной работы необходимо прочитать материал предыдущей лекции, стремясь к пониманию всех понятий и утверждений.

Контроль самостоятельной работы осуществляется в часы КСР на кафедре, а также посредством ресурса дисциплины в личном кабинете преподавателя на основе Moodle.

7.2. Методические рекомендации ППС вуза по организации учебного процесса

**Дополнения и изменения в рабочей программе
дисциплины на 20__/20__ учебный год**

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

(дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).

ОДОБРЕНА на заседании методической комиссии, протокол № ____ от " ____ " _____ 20__ г."

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

шифр наименование личная подпись расшифровка подписи

дата

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой*

наименование кафедры личная подпись расшифровка подписи дата

Заведующий отделом комплектования библиотеки**

личная подпись расшифровка подписи дата

Декан _____
наименование факультета (института) личная подпись расшифровка подписи дата

Дополнения и изменения внесены в базу данных рабочих программ дисциплин
Начальник методического отдела УМУ

личная подпись расшифровка подписи дата