

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики



Могильная Е.П.

«18» 04 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ФИЗИКА НАНОСИСТЕМ»

По направлению подготовки 03.04.02 Физика
Магистерская программа «Теоретическая и математическая физика»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Физика наносистем» для магистров по направлению подготовки 03.04.02 Физика, магистерская программа «Теоретическая и математическая физика»). – 12 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Физика наносистем» составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «07» августа 2020 года №891.

СОСТАВИТЕЛЬ:

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой физики Корсунов К.А.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры физики
«18» 04 2023г., протокол № 9

Заведующий кафедрой физики _____ Корсунов К.А.

Переутверждена: «___» _____ 20__ г., протокол № _____

Директор института технологий и инженерной механики _____ Могильная Е.П.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики

«18» 04 2023г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики _____ Ясуник С.Н.

© Корсунов К.А., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целью освоения дисциплины «Физика наносистем» является ознакомление студентов с физическими основами построения и функционирования наносистем, современных методов разработки, создания и применения специальных материалов, устройств и систем, используемых в нанoeлектронике и нанотехнологиях.

Задачи изучения дисциплины:

- расширение фундаментальной базы физических знаний, формирование знаний в области физических принципов построения и функционирования наносистем, а также разработки, создания и применения специальных материалов, устройств и систем, используемых в нанoeлектронике и нанотехнологиях;
- выяснение физического смысла законов и понятий, дальнейшее развитие у обучающихся навыков физического мышления, умения решать конкретные задачи, используя имеющиеся теоретические знания;
- формирование теоретической и практической профессиональной подготовки к преподаванию физики в общеобразовательных учреждениях, средних специальных и высших учебных заведениях;
- вооружение магистранта конкретными знаниями, дополняющими уже полученную в курсах магистерской программы информацию и позволяющими впоследствии использовать их для дальнейшей специализации.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Физика наносистем» входит в Блок 1. Дисциплины (модули) обязательной части учебного плана подготовки студентов по направлению подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа «Теоретическая и математическая физика»).

. Основывается на базе дисциплин математического и естественнонаучного цикла и основных дисциплин профессионального цикла предыдущего уровня образования.

Дисциплина реализуется кафедрой физики.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	ОПК-1.1. Применяет фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач. ОПК-1.2. Владеет основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	Знать: фундаментальные принципы и основные положения физики наносистем, изучаемые в курсе дисциплины, физическое содержание основных законов, иметь представление о частных методах, применяемых в данной дисциплине; - предысторию тематики исследования; Уметь применять теоретический материал к решению задач физики наносистем, используя формализм

		классической и квантовой механики, электродинамики и статистической физики; Владеть: основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности; навыками: применения знаний из нескольких областей теоретической и экспериментальной физики; владеть общими и специальными навыками решения задач, основанных на практическом применении изучаемого материала; общетеоретической культуры, необходимой современному преподавателю и научному работнику.
ПК-1. Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	ПК-1.1. Знает основные научные направления и концепции в области физики. ПК-1.2. Знает методы и способы постановки и решения задач физических исследований, принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований. ПК-1.3. Умеет самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области физики с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий. ПК-1.4. Владеет навыками проведения научных исследований в области физики с помощью современных методов и средств, методами обработки и обобщения информации, представления результатов, полученных в процессе решения задач исследования	Знать: методы и способы постановки и решения задач физических исследований, принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований в области физики наносистем, возможности, методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований. Уметь: самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области физики наносистем с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий. Владеть: навыками постановки и решения задач научных исследований в области физики наносистем с помощью современных методов и средств теоретических и экспериментальных исследований

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)	Не предусмотрена
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	84	
Лекции	42	

Семинарские занятия	-	
Практические занятия	42	
Лабораторные работы	-	
Курсовая работа (курсовой проект)	-	
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	
Самостоятельная работа студента / форма контактной работы	33/27	
Форма аттестация	экзамен	

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 3

Тема 1. Атомы, молекулы и наносистемы.

Основные цели и задачи изучения дисциплины. Современное значение физики наносистем. Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем. Электронные оболочки в атомах, квантовые числа. Уравнение Шредингера, водородоподобный атом.

Тема 2. Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда.

Конденсированное состояние материи. Методы получения атомных кластеров, квантовых точек, проволоки, трубки, ямы. Гетероструктуры. Физические свойства и эффекты. Многообразие электронных наносистем. Применение.

Тема 3. Углеродные наноструктуры.

Фуллерены, графен, углеродные нанотрубки. Описание физических свойств. Методы получения. Применение.

Тема 4. Фотонные (оптические) кристаллы.

Получение, свойства, применение.

Тема 5. Наносистемы и квантовая оптика.

Принципы работы оптического лазера. Классификация лазеров. Синхротронное излучение. Интенсивные атто- и фемто-секундные лазеры. Двух-фотонные процессы, стимулированное Рамановское рассеяние и другие оптические эффекты.

Тема 6. Бионаносистемы.

Классификация, методы получения. Использование плазмонных возбуждений нано кластеров для диагностики и лечения заболеваний. Наноконтейнеры. Оптические свойства биотканей и плазмонные резонансы. Кластеры-зонды. Фотодеструкция клеток.

Тема 7. Спинотронные наносистемы.

Особенности спинотронных наносистем. Получение, свойства, физические принципы работы.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Атомы, молекулы и наносистемы	6	-

2	Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда	6	-
3	Углеродные наноструктуры	6	-
4	Фотонные (оптические) кристаллы	6	-
5	Наносистемы и квантовая оптика	6	-
6	Бионаносистемы	6	-
7	Спинотронные наносистемы	6	-
Итого:		42	-

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Атомы, молекулы и наносистемы	6	-
2	Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда	6	-
3	Углеродные наноструктуры	6	-
4	Фотонные (оптические) кристаллы	6	-
5	Наносистемы и квантовая оптика	6	-
6	Бионаносистемы	6	-
7	Спинотронные наносистемы	6	-
Итого:		42	-

4.5. Лабораторные работы по дисциплине «Физика наносистем» не предполагаются учебным планом.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Атомы, молекулы и наносистемы	Изучение материала. Работа с литературными источниками	4	-
2	Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда	Изучение материала. Работа с литературными источниками	4	-
3	Углеродные наноструктуры	Изучение материала. Работа с литературными источниками	4	-
4	Фотонные (оптические) кристаллы	Изучение материала. Работа с литературными источниками	4	-
5	Наносистемы и квантовая оптика	Изучение материала. Работа с литературными источниками	5	-
6	Бионаносистемы	Изучение материала. Работа с литературными источниками	6	-
7	Спинотронные наносистемы	Изучение материала. Работа с литературными источниками	6	-
Итого:			33	-

4.7. Курсовые работы по дисциплине «Физика наносистем» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: объяснительно-иллюстративного обучения (технология поддерживающего обучения, технология проведения учебной дискуссии), информационных технологий (презентационные материалы), развивающих и инновационных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся с использованием развивающих, проблемных, проектных, информационных (использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект) образовательных технологий.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Мартинсон Л.К., Смирнов Е.В. Квантовая физика: Учеб. Пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2006. – 528 с.
2. А. В. Елецкий, Б. М. Смирнов. Фуллерены/ / УФН. – 1993, 163, № 2. – С.33.
3. Дьячков П.Н. Углеродные нанотрубки. Строение, свойства, применение. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006.
4. Ч. Пул, Ф.Оуэнс. Нанотехнологии. – М.: Техносфера, 2004.

б) дополнительная литература:

1. Розеншер Э., Винтер Б. Оптоэлектроника. – М.: Техносфера, 2004. – 592 с.

в) Интернет-ресурсы:

- Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
- Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
- Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
- Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
- Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
- Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
- Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
- Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>
- Электронный каталог Научно-технической библиотеки ЮРГПУ (НПИ) – <https://libweb.srspu.ru/MegaProWeb/Web>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/register>
- Научная электронная библиотека eLibrary – <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

- Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

На лекционных занятиях используются комплекты электронных презентаций / слайдов, раздаточный материал, наглядные пособия в аудиториях, оснащенных презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические и лабораторные занятия проводятся в специальных лабораториях, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине «Физика наносистем»

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине «Физика наносистем»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции и (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Тема 1. Атомы, молекулы и наносистемы.	3
				Тема 2. Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда.	3
				Тема 3. Углеродные наноструктуры.	3
				Тема 4. Фотонные (оптические) кристаллы	3
				Тема 5. Наносистемы и квантовая оптика.	3
				Тема 6. Бионаносистемы.	3
				Тема 7. Спинотронные наносистемы	3
2	ПК-1	Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	Темы 1-7	3

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-1 ОПК-1.1 ОПК-1.2	Знать: фундаментальные принципы и основные положения физики наносистем, изучаемые в курсе	Темы 1–7	Вопросы экзаменационных работ,

		дисциплины, физическое содержание основных законов, иметь представление о частных методах, применяемых в данной дисциплине; - предысторию тематики исследования; Уметь: применять теоретический материал к решению задач физики наносистем, используя формализм классической и квантовой механики, электродинамики и статистической физики. Владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности; навыками: применения знаний из нескольких областей теоретической и экспериментальной физики; владеть общими и специальными навыками решения задач, основанных на практическом применении изучаемого материала; общетеоретической культуры, необходимой современному преподавателю и научному работнику.		контрольные работы.
2	ПК-1 ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	Знать: методы и способы постановки и решения задач физических исследований, принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований в области физики наносистем, возможности, методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований. Уметь: самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области физики наносистем с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий. Владеть: навыками постановки и решения задач научных исследований в области физики наносистем с помощью современных методов и средств теоретических и экспериментальных исследований	Темы 1-7	Вопросы экзаменационных работ, контрольные работы.

Фонды оценочных средств по дисциплине «Физика наносистем»

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Теоретические вопросы

1. Современное значение физики наносистем. Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем.
2. Электронные оболочки в атомах, квантовые числа.
3. Уравнение Шредингера, водородоподобный атом.
4. Конденсированное состояние материи.
5. Методы получения атомных кластеров.
6. Методы получения квантовых точек.

7. Методы получения проволоки, трубок, ям.
8. Гетероструктуры. Физические свойства и эффекты.
9. Многообразие электронных наносистем.
10. Углеродные наноструктуры: фуллерены, графен, углеродные нанотрубки.
11. Описание физических свойств углеродных наноструктур.
12. Методы получения углеродных наноструктур.
13. Принципы работы оптического лазера.
14. Классификация лазеров.
15. Синхротронное излучение.
16. Интенсивные атто- и фемто-секундные лазеры.
17. Двух-фотонные процессы, стимулированное Рамановское рассеяние и другие оптические эффекты.
18. Бионаносистемы: классификация, методы получения.
19. Использование плазмонных возбуждений нано кластеров для диагностики и лечения заболеваний.
20. Понятие о наноконтейнерах.
21. Оптические свойства биотканей и плазмонные резонансы.
22. Кластеры-зонды. Фотодеструкция клеток.
23. Особенности спинотронных наносистем.
24. Получение, свойства, физические принципы работы.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)