


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
физики твердого тела и наноструктур

 (Домашневская Э.П.)
31.08.2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.14 Основы нанотехнологий

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

03.03.02 Физика

2. Профиль подготовки/специализация:

Физика твердого тела

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра физики твердого тела и наноструктур

6. Составители программы:

Алейникова Ксения Борисовна, кандидат физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована:

НМС физического факультета протокол №6 от 26.06.2019

8. Учебный год: 2019/2020

Семестр: восьмой

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель дисциплины формирование у студентов целостного представления о нано-технологии как о науке, открывающей большие возможности в изучении, проектировании и получении новых элементов нанoeлектроники с заданными свойствами. Теоретические и технологические пределы уменьшения размеров электронных компонентов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к вариативной части блока Б1

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-4	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">– теоретическую базу основ нанотехнологии;– терминологию нанотехнологии;– экологические и токсикологические аспекты реализации нанотехнологии;– основные этапы решения задачи реализации конкретного направления нанотехнологии. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">– выполнять анализ информационных источников в области реализаций нанотехнологии;– использовать методы реализации нанотехнологии в материаловедении;– уметь проводить связь между структурой, составом и свойствами наноматериалов,– пользоваться справочным материалом по их строению и свойствам. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">– навыками работы в области технологий получения наноматериалов в практической профессиональной деятельности;

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108

Форма промежуточной аттестации зачет

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		8 семестр		
Аудиторные занятия	48	48		
в том числе: лекции	–	–		
практические	–	–		
лабораторные	48	48		
Самостоятельная работа	60	60		
Форма промежуточной аттестации	–	–		
Итого:	108	108		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лабораторные работы		
1.1	Общие сведения о нанотехнологии	Области использования нанотехнологии. Классификация. Мировые тенденции развития
1.2	Микроскопия	Виды микроскопии (оптическая, электронная, сканирующая), преимущества и недостатки, области использования. Электронная микроскопия. Виды электронных микроскопов (ТЭМ, РЭМ, РТЭМ, ЗЭМ). Сканирующая микроскопия
1.3	Туннельный эффект в электронике и нанотехнологиях	Туннельный сканирующий микроскоп. Принцип действия. Режимы работы ТСМ. Разновидности ТСМ. Применение ТСМ при исследовании нанобъектов. Недостатки ТСМ. Атомарное взаимодействие
1.4	Атомный силовой микроскоп	Принцип действия. Виды АСМ. Сущность процесса визуализации нанобъектов. Область применения. Нановесы. Принцип действия. Физические и технологические пределы уменьшения размеров элементов микроэлектроники. Физические ограничения в технологии производства электронных компонентов. Точность литографического процесса и воспроизводимость параметров
1.5	Спиновые наноструктуры	Принцип спиновой фильтрации потока электронов. Принципы построения и конструкции спиновых транзисторов. Интегральные логические элементы и элементы памяти на основе спиновых транзисторов. Механические свойства нанобъектов. Теплофизические и механические свойства
1.6	Отличия от классических материалов. Закон Ома для нанобъектов	Свойства нанобъектов. Классификация частиц. Электронное и геометрическое строение наноструктур. Магнитные и каталитические свойства нанобъектов. Применение достижений нанотехнологии в различных областях деятельности человеческого общества

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Общие сведения о нанотехнологии			8	10	18
2	Микроскопия			8	10	18
3	Туннельный эффект в электронике и нанотехнологиях			8	10	18
4	Атомный силовой микроскоп			8	10	18
5	Спиновые наноструктуры			8	10	18
6	Отличия от классических материалов. Закон Ома для нанобъектов			8	10	18
	Итого:	–	–	48	60	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины «Основы нанотехнологии» предусматривает осуществление учебной деятельности состоящей из двух частей: обучения студентов преподавателем и самостоятельной учебной деятельности студентов по изучению дисциплины.

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции; лабораторные занятия; индивидуальные занятия. По преобладающим методам и приемам

обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; компьютерные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Подготовка к лекциям является одним из видов самостоятельной работы студентов. Чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет лучше запомнить как старое, так и новое, углубит понимание того и другого, так как при этом устанавливаются связи нового со старым, что является не только обязательным, но и основным условием глубокого овладения материалом. Чем детальнее изучаемое ассоциируется с известным ранее, тем прочнее сохраняется в памяти и быстрее вспомнить, когда требуется.

Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия.

Следует помнить о том, что через лекцию передается не только систематизированный теоретический материал, но и постигается методика научного исследования и умение самостоятельно работать, анализировать различного рода явления.

Записывать на лекции необходимо главное, не стремясь зафиксировать все слово в слово. Выбрать же главное без понимания предмета невозможно. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно хорошо понятое во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы. Записи являются пособиями для повторения, дают возможность охватить содержание лекции и всего курса в целом.

При этом хорошо овладеть содержанием лекции – это:

- знать тему;
- понимать значение и важность ее в данном курсе;
- четко представлять план;
- уметь выделить основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций;
- связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися;
- представлять возможность и необходимость применения полученных сведений.

Существует несколько общих правил работы на лекции:

- лекции по каждому предмету записывать удобнее в отдельных тетрадях, оставляя широкие поля для пометок;

- к прослушиванию лекций следует готовиться, что позволит в процессе лекции отделить главное от второстепенного;

- лекции необходимо записывать с самого начала, так как оно часто бывает ключом ко всей теме;

- так как дословно записать лекцию невозможно, то необходимо в конспекте отражать: формулы, определения, схемы, трудные места, мысли, примеры, факты и положения от которых зависит понимание главного, новое и неизвестное, неопубликованные данные, материал отсутствующий в учебниках и т.п.;

- записывать надо сжато;

- во время лекции важно непрерывно сохранять рабочую установку, умственную активность.

Изучение теоретического материала в данном курсе не ограничивается подготовкой к лекциям и работой на данном виде занятий. Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: написанием рефератов, участием в лабораторных занятиях, подготовкой и сдачей экзамена по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента.

Самостоятельная работа обучающихся наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной ее частью, что наиболее ярко представлено в процессе подготовки бакалавров. Последнее обусловлено тем, что самостоятельная работа предназначена для формирования навыков самостоятельной работы как вообще, так и в учебной, научной деятельности, формирование и развитие способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации и т.д.

Самостоятельная работа формирует самостоятельность не только как совокупность умений и навыков, но и как черту характера, играющую существенную роль в структуре личности современного специалиста высшей квалификации. Она воспитывает самостоятельность как черту характера. Никакие знания, полученные на уровне пассивного восприятия, не ставшие объектом собственной умственной или практической работы, не могут считаться подлинным достоянием человека.

Давая возможность расширять и обогащать знания, умения по индивидуальным направлениям, самостоятельная работа обучающегося позволяет создать разносторонних специалистов. В процессе самостоятельной работы развиваются творческие возможности обучающегося, при этом самостоятельная работа завершает задачи всех видов учебной работы.

Самостоятельная работа - это планируемая работа обучающихся, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Преподаватель, ведущий занятия, организует, направляет самостоятельную работу обучающихся и оказывает им необходимую помощь. Однако самостоятельность обучающихся должна превышать объем работы, контролируемой преподавателем работы, и иметь в своей основе индивидуальную мотивацию обучающегося по получению знаний, необходимых и достаточных для будущей профессиональной деятельности в избранной сфере. Преподаватель при необходимости может оказывать содействие в выработке и коррекции данной мотивации, лежащей в основе построения самостоятельной деятельности обучающегося по изучению дисциплины, получению необходимых знаний и навыков.

Получение образования предполагает обучение решению задач определенной сферы деятельности. Однако как бы хорошо не обучались обучающиеся способам решения задач в аудитории, сформировать средства практической деятельности не удастся, так как каждый случай практики особый и для его решения следует выработать особый профессиональный стиль мышления.

Основой самостоятельной работы служит научно-теоретический курс, комплекс полученных обучающимся знаний. Основной, наиболее экономичной формой получения и усвоения информации, теоретических знаний в вузе является лекция, позволяющая воспринять значительную сумму основных знаний и потому способствующая повышению продуктивности всех других форм учебного труда.

Результат обучения и самостоятельной работы обучающегося предполагает наличие следующих составляющих:

- понимание методологических основ построения изучаемых знаний;
- выделение главных структур учебного курса;
- формирование средств выражения в данной области;
- построение методик решения задач и ориентации в проблемах (ситуациях).

Самостоятельная работа обучающихся при изучении «Основы нанотехнологии» включает в себя: подготовку и участие в изучении теоретической части курса, выполнение лабораторных работ, подготовку к зачет

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1.	
2.	
3.	

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Необходимо пользоваться возможностью интерактивного проведения лекций, задавать вопросы, высказываться по проблематике материала. На занятиях выполнение учебных заданий осуществляется в аудитории и дома. Обязательно посещение текущих аттестаций.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Автоматизированный рентгеновский спектрометр дифрактометр «Радан 2.0»
2. Автоматизированный ультрамягкий рентгеновский спектрометр-монокроматор РСМ-500.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретическую базу основ нанотехнологии; – терминологию нанотехнологии; – экологические и токсикологические аспекты реализации нанотехнологии; – основные этапы решения задачи реализации конкретного направления нанотехнологии. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнять анализ информационных источников в области реализаций нанотехнологии; – использовать методы реализации нанотехнологии в материаловедении; – уметь проводить связь между структурой, составом и свойствами наноматериалов, – пользоваться справочным материалом по их строению и свойствам. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы в области технологий получения наноматериалов в практической профессиональной деятельности 	Общие сведения о нанотехнологии	Лаб работа №1
		Микроскопия	Лаб работа №2
ПК-2		Туннельный эффект в электронике и нанотехнологиях	Лаб работа №3
		Атомный силовой микроскоп	Лаб работа №4
		Спиновые наноструктуры	Лаб работа №5
ПК-2		Отличия от классических материалов. Закон Ома для нанобъектов	Лаб работа №6
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет			Комплект КИМ

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Студент проявляет знания основных понятий, определений и теорем. По зачетной контрольной работе имеет положительную оценку.	Пороговый уровень	зачтено
Во всех остальных случаях	–	не зачтено

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

19.3.1 Перечень вопросов к зачету

1. Области использования нанотехнологии. Классификация. Мировые тенденции развития
2. Виды микроскопии (оптическая, электронная, сканирующая), преимущества и недостатки, области использования.

3. Электронная микроскопия. Виды электронных микроскопов (ТЭМ, РЭМ, РТЭМ, ЗЭМ).
4. Сканирующая микроскопия. Туннельный сканирующий микроскоп. Принцип действия. Режимы работы ТСМ.
5. Разновидности ТСМ. Применение ТСМ при исследовании нанобъектов. Недостатки ТСМ.
6. Атомарное взаимодействие. Принцип действия. Виды АСМ. Сущность процесса визуализации нанобъектов. Область применения.
7. Нановесы. Принцип действия. Физические и технологические пределы уменьшения размеров элементов микроэлектроники.
8. Физические ограничения в технологии производства электронных компонентов. Точность литографического процесса и воспроизводимость параметров
9. Принцип спиновой фильтрации потока электронов.
10. Принципы построения и конструкции спиновых транзисторов.
11. Интегральные логические элементы и элементы памяти на основе спиновых транзисторов. Механические свойства нанобъектов.
12. Теплофизические и механические свойства
13. Свойства нанобъектов. Классификация частиц.
14. Электронное и геометрическое строение наноструктур. Магнитные и каталитические свойства нанобъектов.
15. Применение достижений нанотехнологии в различных областях деятельности человеческого общества

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: выполнения лабораторных работ.

Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.