Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет физико-математического и технологического образования
Кафедра физики и технических дисциплин

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе
_____ С.Н. Титов
«24» июня 2022 г.

НАНОЭЛЕКТРОНИКА В ОБРАЗОВАНИИ

Программа учебной дисциплины модуля
Вариативный модуль «Нанотехнологии в образовании»

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки),

направленность (профиль) образовательной программы
Физика. Математика

(очная форма обучения)

Составитель: Алтунин К. К.,
к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедры физики и технических дисциплин

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета факультета физико-математического и технологического образования, протокол от «25» марта 2022 г. № 5

Ульяновск, 2022

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 01D77C644FC1E54000000006381D0002
Владелец: Титов Сергей Николаевич
Действителен: с 19.07.2021 до 19.07.2022

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Наноэлектроника в образовании» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1. Дисциплины (модули) вариативного модуля учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы «Физика. Математика», очной формы обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках школьного курса «Физика» или соответствующих дисциплин среднего профессионального образования, а также ряда дисциплин учебного плана, изученных обучающимися в 3-6 семестрах: Общая и экспериментальная физика, Теоретическая физика.

1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Наноэлектроника в образовании» является подготовка бакалавра, владеющего современными теоретическими знаниями, методами научно-исследовательской работы и прикладной деятельности в рамках педагогического образования в области физики.

Задачей освоения дисциплины является получение студентами набора знаний, умений и навыков по физическим основам нанотехнологии, которые обеспечивают полноценное освоение основных понятий, методов и современных основ нанотехнологии. Предусматривается получение студентами сведений о наноструктурах и наноматериалах. Другая задача дисциплины «Наноэлектроника в образовании» состоит в изложении теоретических методов описания физических свойств наноэлектронных систем. Изучение дисциплины даст студенту знания о моделях состояний в наносистемах и наноструктурах.

Процесс изучения дисциплины «Наноэлектроника в образовании» направлен на расширение научного кругозора и эрудиции студентов на базе изучения физических основ наноэлектроники.

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Наноэлектроника в образовании» (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

Компетенция и индикаторы её достижения в дисциплине	Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины)		
	знает	умеет	владеет
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. УК-1.1. Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение. УК-1.2. Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности. УК-1.3. Анализирует источники информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений.	ОР-1 знает теоретические основы наноэлектроники;	ОР-2 умеет описывать наносистемы, приборы и устройства наноэлектроники;	ОР-3 владеет способами расчёта характеристик наносистем, приборов и устройств наноэлектроники.

2. Объём дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Номер семестра	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации
	Всего		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные занятия, час	Самостоятельная работа, час	
	Трудоемк.						
	Зач. ед.	Часы					
7	3	108	18	30	0	33	экзамен (27)
Итого:	3	108	18	30	0	33	экзамен (27)

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1.Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Наименование раздела и тем	Количество часов по формам организации обучения			
	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
7 семестр				
Тема 1. Технологии наночастиц и их применение. Перспективные инструменты нанотехнологий	2	2	0	4
Тема 2. Наноструктуры. Нанометрические архитектуры: возникновение эффективной некристаллической организации атомов в наноструктуре	2	2	0	4
Тема 3. Нанотехнологии изготовления полупроводниковых наноструктур. Изучение наноструктуры с использованием электронно-лучевых технологий	2	4	0	6
Тема 4. Органические нанокомпозитные мембраны с неорганическими добавками для процессов молекулярного разделения	2	2	0	4
Тема 5. Разработка ионных проводников на основе наноструктурных полимеров. Подготовка монолитных нанокристаллических керамик	2	4	0	8
Тема 6. Механические характеристики металлических многослойных наноматериалов	2	2	0	6
Тема 7. Нанопроектирование металлических материалов. Использование магнитного резонанса для изучения наноосаждения в лёгких металлических сплавах	2	4	0	8
Тема 8. Нанокристаллические лёгкие металлические гидриды для накопления водорода. Наномонтаж	2	6	0	10

Тема 9. Сверхрешётки и размерное квантование	2	4	0	10
Итого по 7 семестру	**18**	**30**	**0**	**60**
Всего по дисциплине:	**18**	**30**	**0**	**60**

3.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Краткое содержание курса (7 семестр)

Тема 1. Технологии наночастиц и их применение. Перспективные инструменты нанотехнологий

Технологии наночастиц и их применение. Перспективные инструменты нанотехнологий.

Тема 2. Наноструктуры. Нанометрические архитектуры: возникновение эффективной некристаллической организации атомов в наноструктуре

Наноструктуры. Нанометрические архитектуры: возникновение эффективной некристаллической организации атомов в наноструктуре.

Тема 3. Нанотехнологии изготовления полупроводниковых наноструктур. Изучение наноструктуры с использованием электронно-лучевых технологий

Нанотехнологии изготовления полупроводниковых наноструктур. Изучение наноструктуры с использованием электронно-лучевых технологий.

Тема 4. Органические нанокомпозитные мембраны с неорганическими добавками для процессов молекулярного разделения

Органические нанокомпозитные мембраны с неорганическими добавками для процессов молекулярного разделения.

Тема 5. Разработка ионных проводников на основе наноструктурных полимеров. Подготовка монолитных нанокристаллических керамик

Разработка ионных проводников на основе наноструктурных полимеров. Подготовка монолитных нанокристаллических керамик.

Тема 6. Механические характеристики металлических многослойных наноматериалов

Механические характеристики металлических многослойных наноматериалов.

Тема 7. Нанопроектирование металлических материалов. Использование магнитного резонанса для изучения наноосаждения в лёгких металлических сплавах

Нанопроектирование металлических материалов. Использование магнитного резонанса для изучения наноосаждения в лёгких металлических сплавах.

Тема 8. Нанокристаллические лёгкие металлические гидриды для накопления водорода. Наномонтаж

Нанокристаллические лёгкие металлические гидриды для накопления водорода. Наномонтаж.

Тема 9. Сверхрешётки и размерное квантование

Сверхрешётки и размерное квантование.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является особой формой организации учебного процесса, представляющая собой планируемую, познавательно, организационно и методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение конкретного результата, осуществляемую без прямой помощи преподавателя. Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям и зачёту. Она предусматривает, как правило, разработку рефератов, написание и защиту докладов или проектов, выполнение творческих, индивидуальных заданий в соответствии с учебной программой (тематическим планом изучения дисциплины). Тема для такого выступления может быть предложена преподавателем или избрана самим студентом, но материал выступления не должен дублировать лекционный материал. Реферативный

материал служит дополнительной информацией для работы на лабораторных занятиях. Основная цель данного вида работы состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом. Для полноты усвоения тем, вынесенных на лабораторные занятия, требуется работа с первоисточниками. Курс предусматривает самостоятельную работу студентов со специальной научной литературой. Следует отметить, что самостоятельная работа студентов результативна лишь тогда, когда она выполняется систематически, планомерно и целенаправленно.

Задания для самостоятельной работы предусматривают использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на практическую работу по применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

Общий объём самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме численного решения теоретических задач по дисциплине. Аудиторная самостоятельная работа обеспечена методическими материалами.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:

- подготовка к устным опросам по теории;
- подготовка к устным докладам по теории;
- подготовка к защите реферата, научных проектов, статьи,
- решение самостоятельных и контрольных работ.

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Контрольная работа - подготовка научной публикации.

Перечень тем рефератов

1. Методы и принципы нанотехнологии
2. Нанотехнологии и энергетика
3. Нанотехнологии и солнечная энергетика
4. Развитие элементной базы наноэлектроники
5. Твердотельные структуры пониженной размерности
6. Металлические наночастицы и наноструктурированные материалы в поле оптического излучения
7. Квантово-размерные эффекты и принцип размерного квантования
8. Сверхрешётки
9. Полупроводниковые структуры пониженной размерности
10. Квантовые нити
11. Квантовые провода
12. Квантовые цепочки
13. Пористый кремний
14. Квантовые точки
15. Самоорганизация квантовых точек и нитей
16. Использование металлоорганики. Металлические кластеры в диэлектрической среде
17. Туннельный эффект в наноструктурах
18. Применение численных методов и методов математической физики для решения фундаментальных задач нанофизики
19. Компьютерное моделирование наноструктур и наносистем

Перечень тем научных проектов

1. Методы и принципы нанотехнологии
2. Нанотехнологии и энергетика
3. Нанотехнологии и солнечная энергетика
4. Развитие элементной базы наноэлектроники
5. Твердотельные структуры пониженной размерности

6. Металлические наночастицы и наноструктурированные материалы в поле оптического излучения
7. Квантово-размерные эффекты и принцип размерного квантования
8. Сверхрешётки
9. Полупроводниковые структуры пониженной размерности
10. Квантовые нити
11. Квантовые провода
12. Квантовые цепочки
13. Пористый кремний
14. Квантовые точки
15. Самоорганизация квантовых точек и нитей
16. Использование металлоорганики. Металлические кластеры в диэлектрической среде
17. Туннельный эффект в наноструктурах
18. Применение численных методов и методов математической физики для решения фундаментальных задач нанофизики
19. Компьютерное моделирование наноструктур и наносистем

Перечень вопросов для самоконтроля обучающимися

1. Базисные физические уравнения. Особенности приборов КМОП-технологии.
2. Структуры металл-окисел-полупроводник. Вольт-амперные характеристики МОП-транзисторов. Физические процессы в каналах МОП-транзиторах.
3. Эффекты сильных электрических полей. Диффузно-дрейфовая модель тока в МОП-транзисторе.
4. Транзисторы технологии "кремний-на-изолятооре". Моделирование транзисторов КНИ-технологий.
5. Токи утечки в наноэлектронных структурах. Мезоскопические эффекты в наноэлектронных структурах.
6. Основные сведения о размерных эффектах – изменения свойств вещества в состоянии наночастиц, включая физические, химические, механические, биологические характеристики, примеры "классических" и необычных нанообъектов, нанотехнологий вокруг нас, природных объектов.
7. Методы и принципы наноэлектроники. Принцип размерного квантования. Условия наблюдения квантовых размерных эффектов
8. Классические и квантовые законы движения частиц
9. Частица в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Волновые функции и энергетический спектр
10. Частица в прямоугольной потенциальной яме конечной глубины. Волновые функции и энергетический спектр
11. Энергетические состояния в прямоугольной потенциальной яме сложной формы
12. Энергетический спектр электронов в квантовых ямах. Межзонные квантовые переходы в квантовых ямах
13. Двумерные и квазидвумерные электронные системы и структуры, в которых реализуется размерное квантование
14. Физика полупроводниковых квантово-размерных систем пониженной размерности. Энергетический спектр электронов и плотность состояний в электронных системах с пониженной размерностью. Статистика носителей заряда в низкоразмерных структурах
15. Квантовые нити. Квантовые провода. Состояния электронов в структурах с пониженной размерностью. Наноэлектроника на атомных системах: атомные проволоки
16. Баллистический транспорт. Баллистическая проводимость квантовых нитей
17. Квантовые цепочки. Пористый кремний. Фотолюминесценция полупроводниковых структур. Поляризованная люминесценция
18. Квантовые точки. Состояния электронов в структурах с пониженной размерностью
19. Использование металлоорганики. Металлические кластеры в диэлектрической среде. Применение ионной имплантации
20. Свойства двумерного электронного газа в МДП-структурах

21. Сверхрешётки и размерное квантование. Полупроводниковые структуры пониженной размерности и сверхрешётки. Полупроводниковые сверхрешётки
22. Контра- и ковариантные композиционные сверхрешётки, легированные сверхрешётки легирования. Электронная структура легированных сверхрешёток
23. Сложенные акустические и оптические фононы. Микроскопическое и макроскопическое описания. Электростатические эффекты в полярных кристаллах. Рамановское рассеяние в сверхрешётках. Модели электрон-фононного взаимодействия в сверхрешётках
24. Оптические переходы и явления переноса в сверхрешётках. Минизонные оптические переходы в сверхрешётках
25. Энергетический спектр электронов и плотность состояний в электронных системах с пониженной размерностью. Статистика носителей заряда в низкоразмерных структурах
26. Туннельный эффект и его применение в полупроводниковых наноразмерных приборах и устройствах. Резонансно-туннельные диоды. Туннельный эффект в наноструктурах
27. Туннелирование через квантово-размерные структуры. Квантово-точечные транзисторы. Принцип кулоновской блокады
28. Эффект одноэлектронного туннелирования. Реализация одноэлектронных приборов. Конструкции одноэлектронного транзистора. Многоостровковые одноэлектронные структуры. Одноэлектронные приборы
29. Транзисторы с резонансным туннелированием в двухбарьерной квантовой структуре
30. Гетеропереходные полевые нанотранзисторы с высокой подвижностью носителей. Нанотранзистор с двухбарьерной квантовой структурой
31. Рассеяние частиц на потенциальном рельефе. Особенности движения частиц над потенциальным рельефом
32. Движение частиц в двухбарьерных квантовых структурах
33. Новые неравновесные квантовые эффекты, межэлектронное и электрон-фононное взаимодействия в полупроводниковых наноструктурах
34. Квантовые эффекты в квантово-размерных системах пониженной размерности. Общее представление о квантовом эффекте Холла. Квантовый эффект Холла – возможный переворот в квантовой механике
35. Квантовый эффект Холла в двумерном электронном газе. Дробный квантовый эффект
36. Связь квантового эффекта Холла с квантованием проводимости в квантовых нитях

Для самостоятельной подготовки к занятиям по дисциплине рекомендуется использовать учебно-методические материалы:

1. Алтунин, К. К. Оптика наноструктур и наноматериалов : учебное пособие / К. К. Алтунин. - 2-е изд. - М. : Директ-Медиа, 2014. - Ч. 1. Микроскопические уравнения электродинамики. - 82 с. - ISBN 978-5-4475-0322-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240553.
2. Алтунин, К. К. Оптика наноструктур и наноматериалов : учебное пособие / К. К. Алтунин. - 2-е изд. - М. : Директ-Медиа, 2014. - Ч. 2. Уравнения для атомных переменных. - 61 с. - ISBN 978-5-4475-0323-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240554.

5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Организация и проведение аттестации студента

ФГОС ВО ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у бакалавра компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки бакалавров используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины через сформированность образовательных результатов.

Типы контроля:

Текущая аттестация: представлена следующими работами: отчётность по лабораторным занятиям.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, формирование определённых компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: устные опросы по теории, решение задач, физические диктанты, эвристическая беседа по теме занятия, групповое обсуждение темы занятия, защита реферата или проекта, контрольная работа. Контроль усвоения материала ведётся регулярно в течение всего семестра на лабораторных занятиях.

№ п/п	**СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,** используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
1	**Оценочные средства для текущей аттестации** **ОС-1** устный опрос по теории, **ОС-2** разноуровневые задачи и задания, **ОС-3** физический диктант, **ОС-4** эвристическая беседа, **ОС-5** групповое обсуждение, **ОС-6** защита реферата или проекта, **ОС-7** контрольная работа	ОР-1 знает теоретические основы наноэлектроники; ОР-2 умеет описывать наносистемы, приборы и устройства наноэлектроники; ОР-3 владеет способами расчёта характеристик наносистем, приборов и устройств наноэлектроники.
2	**Оценочные средства для промежуточной аттестации** **зачёт** **ОС-8** зачёт в форме устного собеседования по вопросам	

Описание оценочных средств и необходимого оборудования (демонстрационного материала), а так же процедуры и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения образовательной программы представлены в Фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Наноэлектроника в образовании».

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п. 5 программы.

Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

ОС-8 Экзамен в устной форме

Перечень вопросов к экзамену

1. Технологии наночастиц и их применение. Перспективные инструменты нанотехнологий
2. Наноструктуры. Классификация наноструктур
3. Нанометрические архитектуры: возникновение эффективной некристаллической организации атомов в наноструктуре
4. Нанотехнологии изготовления полупроводниковых наноструктур
5. Изучение наноструктуры с использованием электронно-лучевых технологий
6. Органические нанокомпозитные мембраны с неорганическими добавками для процессов молекулярного разделения
7. Разработка ионных проводников на основе наноструктурных полимеров
8. Подготовка монолитных нанокристаллических керамик
9. Механические характеристики металлических многослойных наноматериалов
10. Нанопроектирование металлических материалов

11. Использование магнитного резонанса для изучения наноосаждения в лёгких металлических сплавах
12. Нанокристаллические лёгкие металлические гидриды для накопления водорода
13. Наномонтаж
14. Сверхрешётки и размерное квантование

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и практических занятиях путём суммирования заработанных баллов в течение семестра.

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

Семестр		Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях и текущий контроль	Экзамен
7	Разбалловка по видам работ	9 * 1=9 баллов	15 * 1=15 баллов	212 баллов	64 балла
	Суммарный максимальный балл	9 баллов	24 балла	236 баллов	300 баллов

По результатам промежуточных аттестаций студенту засчитывается трудоёмкость в зачётных единицах. Студент по учебной дисциплине получает отметку согласно следующей таблице:

	7 семестр
Оценка	3 зачётные единицы
"отлично"	271–300
"хорошо"	211–270
"удовлетворительно"	151–210
"неудовлетворительно"	0–150

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное изучение курса требует от студентов посещения лекций, активной работы на лабораторных занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с базовыми учебниками, основной и дополнительной литературой.

Основной формой изложения материала курса являются лекции. Как правило, на лекции выносится основной программный материал курса. Часть материала выносятся для самостоятельного изучения студентами с непременным, сообщением им литературных источников и методических разработок. На практических занятиях рассматривают фрагменты теории, требующие сложных математических выкладок, различные методы решения задач и наиболее типичные задачи. Для закрепления материала, рассматриваемого на практических занятиях, студенты получают домашние задания в виде ряда задач из соответствующих задачников.

На лекциях изучается материал по основополагающим вопросам дисциплины, раскрывается их практическая значимость. В ходе проведения лекции используются приемы и методы проблемного обучения. На практических занятиях рассматриваются методы решения прикладных задач, проводится анализ полученных результатов. В ходе практического занятия одновременно преследуется цель расширения и углубления знаний, полученных на лекции.

При изложении теоретического материала на лекции, а также при решении задач на практических занятиях для демонстрации графиков, обучающих программ и т.п. рекомендуется использовать компьютерную мультимедийную установку.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы студентов, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать

основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы студенты имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Рекомендуется после каждой лекции оформлять конспект лекций. Перед каждой лекцией прочитывать конспект предыдущей лекции, что способствует лучшему восприятию нового материала. Лекции имеют в основном обзорный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов, а также призваны способствовать формированию навыков работы с научной литературой. Предполагается также, что студенты приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендуемым программой.

Наиболее важные разделы курса выносятся на практические занятия. На каждом занятии предлагается несколько задач. Часть задач решается на занятии с подробным обсуждением метода и полученных результатов. Остальные задачи студент решает самостоятельно. Для зачёта контрольной работы студент должен защитить все задания. Предусмотрена защита реферата. Практическое занятие – важнейшая форма самостоятельной работы студентов над научной, учебной и периодической литературой. Именно на практическом занятии каждый студент имеет возможность проверить глубину усвоения учебного материала, показать знание категорий, положений и инструментов профессиональной деятельности. Участие в практическом занятии позволяет студенту соединить полученные теоретические знания с решением конкретных практических задач и моделей в области профессиональной деятельности. Практические занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Конкретные пропорции разных видов работы в группе, а также способы их оценки, определяются преподавателем, ведущим занятия.

Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале практического занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задания. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных заданий, собеседование со студентом.

Результаты выполнения практических заданий оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

Основным методом обучения является самостоятельная работа студентов с учебно-методическими материалами и научной литературой.

Рекомендованная преподавателями литература и учебные пособия служат информационной основой и позволяют регулярно занимающимся студентам усваивать лекционный материал. Для обеспечения терминологической однозначности учебное пособие содержит словарь основных терминов, используемых в нём. Кроме того, программа курса лекций содержит вопросы для самоконтроля.

Самостоятельная работа студентов подразумевает выполнение студентами домашнего задания в виде решения необходимого минимума задач из сборника для практических занятий, консультаций и анализа их решения совместно с преподавателем.

Контроль самостоятельной (внеаудиторной) работы – написание и защита реферата, выступление с докладом на практических занятиях, решение контрольной работы.

В процессе оценивания письменных контрольных и самостоятельных работ при разделении задания на действия при оценивании за основание берётся следующая процентная шкала: 91-100 % от числа пунктов – оценка "5", 74-90 % от числа пунктов – оценка "4", 60-73 % от числа пунктов – оценка "3", 40-59 % от числа пунктов – оценка "2", 0-39 % от числа пунктов – оценка "1". Студенту можно поставить оценку выше, если студентом оригинально выполнена работа.

Основным методом обучения является самостоятельная работа студентов с учебно-методическими материалами и научной литературой.

Рекомендации для студента включают в себя следующее:

- обязательное посещение лекций ведущего преподавателя; лекции – основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал; в лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы; в лекции даются необходимые разные подходы к исследуемым проблемам;
- подготовку и активную работу на практических занятиях; подготовка к практическим занятиям включает проработку материалов лекций, рекомендованной учебной литературы, а также выполнение заданий на самостоятельное решение задач.

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям. Практическое занятие включает в себя два вида работ: подготовку сообщения и участие в обсуждении проблемы, затронутой сообщением. Основной вид работы на занятии – участие в обсуждении проблемы.

Выступления на практических занятиях должны быть по возможности компактными и в то же время вразумительными. На практическом занятии идёт проверка степени проникновения в суть материала, обсуждаемой проблемы. Поэтому беседа будет идти не по содержанию прочитанных работ; преподаватель будет ставить проблемные вопросы.

По окончании практического занятия к нему следует обратиться ещё раз, повторив сделанные выводы, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе – для этого в течение занятия следует делать небольшие пометки. Таким образом, практическое занятие не пройдёт даром, закрепление результатов занятия ведёт к лучшему усвоению материала изученной темы и лучшей ориентации в структуре курса. Вышеприведённая процедура должна практиковаться регулярно – стабильная и прилежная работа в течение семестра будет залогом успеха на сессии.

Методические указания по организации и проведению самостоятельной работы формулируются в виде заданий для самостоятельной работы, предусматривающих использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на практическую работу по применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Эти задания также ориентируют на написание контрольных работ, рефератов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

Подготовка к **устному докладу.**

Доклады делаются по каждой теме с целью проверки теоретических знаний обучающегося, его способности самостоятельно приобретать новые знания, работать с информационными ресурсами и извлекать нужную информацию.

Доклады заслушиваются в начале практического занятия после изучения соответствующей темы. Продолжительность доклада не должна превышать 5 минут. Тему доклада студент выбирает по желанию из предложенного списка.

При подготовке доклада студент должен изучить теоретический материал, используя основную и дополнительную литературу, обязательно составить план доклада (перечень рассматриваемых им вопросов, отражающих структуру и последовательность материала), подготовить раздаточный материал или презентацию. План доклада необходимо предварительно согласовать с преподавателем.

Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к простому воспроизведению текста, не допускается простое чтение составленного конспекта доклада. Выступающий также должен быть готовым к вопросам аудитории и дискуссии.

Текущий контроль успеваемости и качества подготовки обучаемых может проводиться как на практических, так и лекционных занятиях. Проверку качества усвоения материала можно проводить в виде письменного или устного опроса, теста или коллоквиума по вопросам, сформулированным на основе учебных вопросов теоретического курса дисциплины.

Самостоятельная работа предполагает: самостоятельное изучение отдельных вопросов по литературе, предложенной преподавателем; подготовку к выполнению лабораторных работ; решение задач, задаваемых на дом; подготовку к выполнению заданий в компьютерном классе.

Основными видами аудиторной работы студентов являются:

• запись, усвоение, обсуждение лекций;
• выполнение заданий на практических занятиях;
• защита отчётов по практическим занятиям;
• решение задач;
• защита реферата или проекта;
• защита самостоятельных и контрольных работ;
• сдача экзамена.

Лекционный курс (7 семестр)

Лекция 1. Технологии наночастиц и их применение. Перспективные инструменты нанотехнологий

Лекция 2. Наноструктуры. Нанометрические архитектуры: возникновение эффективной некристаллической организации атомов в наноструктуре

Лекция 3. Нанотехнологии изготовления полупроводниковых наноструктур. Изучение наноструктуры с использованием электронно-лучевых технологий

Лекция 4. Органические нанокомпозитные мембраны с неорганическими добавками для процессов молекулярного разделения

Лекция 5. Разработка ионных проводников на основе наноструктурных полимеров. Подготовка монолитных нанокристаллических керамик

Лекция 6. Механические характеристики металлических многослойных наноматериалов

Лекция 7. Нанопроектирование металлических материалов. Использование магнитного резонанса для изучения наноосаждения в лёгких металлических сплавах

Лекция 8. Нанокристаллические лёгкие металлические гидриды для накопления водорода. Наномонтаж

Лекция 9. Сверхрешётки и размерное квантование

Темы практических занятий (7 семестр)

Практическое занятие 1. Технологии наночастиц и их применение. Перспективные инструменты нанотехнологий

Практическое занятие 2. Наноструктуры. Нанометрические архитектуры: возникновение эффективной некристаллической организации атомов в наноструктуре

Практическое занятие 3. Нанотехнологии изготовления полупроводниковых наноструктур. Изучение наноструктуры с использованием электронно-лучевых технологий

Практическое занятие 4. Нанотехнологии изготовления полупроводниковых наноструктур. Изучение наноструктуры с использованием электронно-лучевых технологий

Практическое занятие 5. Органические нанокомпозитные мембраны с неорганическими добавками для процессов молекулярного разделения

Практическое занятие 6. Разработка ионных проводников на основе наноструктурных полимеров. Подготовка монолитных нанокристаллических керамик

Практическое занятие 7. Разработка ионных проводников на основе наноструктурных полимеров. Подготовка монолитных нанокристаллических керамик

Практическое занятие 8. Механические характеристики металлических многослойных наноматериалов
Практическое занятие 9. Нанопроектирование металлических материалов. Использование магнитного резонанса для изучения наноосаждения в лёгких металлических сплавах
Практическое занятие 10. Нанопроектирование металлических материалов. Использование магнитного резонанса для изучения наноосаждения в лёгких металлических сплавах
Практическое занятие 11. Нанокристаллические лёгкие металлические гидриды для накопления водорода. Наномонтаж
Практическое занятие 12. Нанокристаллические лёгкие металлические гидриды для накопления водорода. Наномонтаж
Практическое занятие 13. Нанокристаллические лёгкие металлические гидриды для накопления водорода. Наномонтаж
Практическое занятие 14. Сверхрешётки и размерное квантование
Практическое занятие 15. Сверхрешётки и размерное квантование
На практических занятиях обсуждаются темы, выделенные на лекциях.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

Основная литература

1. Щука, А. А. Наноэлектроника : учебник для вузов / А. А. Щука ; под общей редакцией А. С. Сигова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 297 с. — ISBN 978-5-9916-8280-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490154.
2. Драгунов, В. П. Наноэлектроника в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 285 с. — ISBN 978-5-534-05170-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/489938.
3. Драгунов, В. П. Наноэлектроника в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие для вузов / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 235 с. — ISBN 978-5-534-05171-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/492858.
4. Троян, П. Е. Наноэлектроника : учебное пособие / П. Е. Троян, Ю. В. Сахаров. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. – 88 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208663. – Текст : электронный.

Дополнительная литература

1. Драгунов, В. П. Микро- и наноэлектроника : учебное пособие / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. – 38 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228941. – ISBN 978-5-7782-2095-9. – Текст : электронный.
2. Филимонова, Н. И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. – Часть I. – 134 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228943. – ISBN 978-5-7782-2158-1. – Текст : электронный.
3. Орликов, Л. Н. Основы технологии оптических материалов и изделий : учебное пособие / Л. Н. Орликов ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). Кафедра электронных приборов. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – Часть 1. – 88 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209012. – Текст : электронный.
4. Орликов, Л. Н. Технология материалов и изделий электронной техники : учебное пособие / Л. Н. Орликов ; Томский государственный университет систем управления и

радиоэлектроники (ТУСУР). Кафедра электронных приборов. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – Часть 2. – 101 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209016. – Текст : электронный.

Интернет-ресурсы

1) biblioclub.ru – ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – электронная библиотека, обеспечивающая доступ высших и средних учебных заведений, публичных библиотек и корпоративных пользователей к наиболее востребованным материалам учебной и научной литературы по всем отраслям знаний от ведущих российских издательств. Ресурс содержит учебники, учебные пособия, монографии, периодические издания, справочники, словари, энциклопедии.
2) els.ulspu.ru – сайт ЭБС Научная библиотека Ульяновского государственного педагогического университета имени И. Н. Ульянова, содержащий ссылки на образовательные (электронно-библиотечные системы, каталог библиотечных сайтов, методические рекомендации) и научные ресурсы (научные электронные библиотеки, научные электронные издательства).
3) bibl.ulspu.ru - сайт научной библиотеки Ульяновского государственного педагогического университета имени И. Н. Ульянова, содержащие электронный каталог книг и журналов.
4) Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" http://window.edu.ru/,
5) Научная электронная библиотека. Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp.
6) Вьюрков В. В., Гридчин В. А., Драгунов В. П. Наноэлектроника. Часть 1. Введение в наноэлектронику. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. - 711 с. Электронная библиотека портала РФФИ. (Электронный ресурс. - Режим доступа: http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_27028).
7) Дубровский В. Г. Теоретические основы технологии полупроводниковых наноструктур: Учебное пособие. СПб.: СПбГПУ, 2006. - 347 с. (Электронный ресурс. - Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/346/63346).
8) Попов А. М. Вычислительные нанотехнологии: учебное пособие. М.: Издательский отдел факультета ВМиК МГУ им. М. В. Ломоносова; МАКС Пресс, 2009. - 280 с. (Электронный ресурс. - Режим доступа: http://books.google.ru/books?id=IuWHXHpQGKEC&lpg=PA1&hl=ru&pg=PA1&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false).
9) Моисеев С. Г., Виноградов С. В. Основы нанофизики: методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Введение в нанофизику". Ульяновск: УлГТУ, 2010. - 40 с. Электронная библиотека полнотекстовых учебных и научных изданий УлГТУ. (Электронный ресурс. - Режим доступа: http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2010/Moiseev.pdf).