

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 01.09.2023 15:56:19
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе



И.Г. Игнатова

«13» декабря 2020 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники»

Направление подготовки – 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»
Направленность (профиль) – «Нанодиагностика материалов и структур»

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
ОПК-1 «Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора»	ОПК-1.АП «Способен ориентироваться в современных проблемах нанoeлектроники»	Знания: - основных направлений и тенденций развития современной микро- и нанoeлектроники в России и мире; - основных технологических сложностей перехода к нанометровым топологическим проектным нормам; Умения: - оценивать преимущества и недостатки технологических подходов и операций по изготовлению функциональных элементов микро- и нанoeлектроники; Опыт деятельности: - опыт определения путей развития отдельных технологий микро- и нанoeлектроники;
ОПК-3 «Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач»	ОПК-3.АП «Способен приобретать и использовать новую информацию, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач в области нанoeлектроники»	Знания: - знания источников информации по актуальным направлениям микро- и нанoeлектроники; Умения: - использовать доступную научно-техническую информацию по современным технологиям микро- и нанoeлектроники для решения инженерных и производственных задач нанoeлектроники; Опыт деятельности: - опыт анализа возможностей современных технологий микро- и нанoeлектроники на основе различных источников научно-технической информации (программы развития, дорожные карты, научные статьи, интернет-публикации);

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Для её освоения требуются знания, умения и опыт деятельности, приобретаемые студентами при изучении следующих дисциплин: Квантовая механика, Физические основы электроники, Материалы электронной техники, Твердотельная электроника, Схемотехника, Нанoeлектроника.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	2	3	108	16	-	16	40	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Современное состояние и материаловедческие проблемы электроники и нанoeлектроники.	8	-	8	20	Коллоквиум №1
					Выполнение и контроль практико-ориентированного домашнего задания
2. Технологические проблемы и приборные направления современной электроники.	8	-	8	20	Коллоквиум №2
					Выполнение и контроль практико-ориентированного домашнего задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1.	1	2	Программы развития микро и нанoeлектроники. Существующие программы международного сотрудничества и регламентирующие их документы. Государственные программы развития электроники
	2	2	Проблема высококвалифицированных молодых специалистов в российской электронике. Тенденции к объединению усилий по разработке новых технических направлений. Проблемы подготовки высококвалифицированных молодых специалистов.
	3	2	Кремний. Сохранение главенствующего положения кремния, напряженный кремний, использование структур с квантово-размерными элементами (структуры германий-кремний).
	4	2	Современные диэлектрические материалы. Необходимость расширения номенклатуры материалов в связи с развитием многоуровневой твердотельной электроники.
2.	5	2	Технологические проблемы современной электроники. Развитие молекулярно-лучевой эпитаксии, ионной имплантации и синтеза, методов микролитографии (включая рентгеновскую, ионную, электронную литографию). Литография с использованием синхротронного излучения. Новые методы концентрации рентгеновского излучения.
	6	2	Возможности контроля структуры и примесного состава материалов современной электроники. Пределы чувствительности существующих методов. Требования по концентрации дефектов и примесных атомов. Возможности получения сверхчистых и структурно совершенных материалов. Использование структурных дефектов в технологии («дефектная инженерия»).
	7-8	4	Современные приборные направления. Полупроводниковые приборы, использующие эффект размерного квантования; инжекционные гетеролазеры; микроволновые и оптоэлектронные системы телекоммуникаций.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1.	1	2	International Road Map of Microelectronics (международная программа (магистральный путь) развития микроэлектроники).
	2	2	Дорожная карта развития нанопромышленности Российской Федерации на период до 2025 года.
	3	2	Современные тенденции в технологии новых материалов, использование аморфного, поликристаллического «солнечного» кремния, тенденции и перспективы в создании монокристаллов большого диаметра, применение в электронике органических и неорганических молекулярных материалов
	4	2	Расширение области использования пленок диоксида кремния: использование его, как среды для формирования квантово-размерных структур.
2.	5	2	Проблемы создания многослойных структур, роль межфазных границ. Возможности получения многослойных и захороненных слоев с помощью ионного синтеза. Требования к подготовке поверхности пластин при формировании многослойных структур методами МВЕ и CVD. Пределы применимости методов рентгеновской, электронной и ионной литографии.
	6	2	Возможности получения многослойных и захороненных слоев с помощью ионного синтеза. Сравнительные возможности электрофизических, оптических, радиационных методов контроля примесного состава и структуры исходных материалов.
	7-8	4	Радиационная стойкость. Проблемы создания радиационно-стойких элементов электроники. Проблемы современной электроники больших мощностей; микроволновые технологические и энергетические системы.

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	5	Работа с конспектом лекций.
	5	Чтение и разбор рекомендованной литературы. Изучение дополнительной тематической литературы и интернет-ресурсов.
	10	Выполнение практико-ориентированных домашних заданий.
2	5	Работа с конспектом лекций.
	5	Чтение и разбор рекомендованной литературы. Изучение дополнительной тематической литературы и интернет-ресурсов.
	10	Выполнение практико-ориентированных домашних заданий.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Модуль 1

1. Теоретический материал по тематике лекций.
2. Методические указания студентам.
3. Список вопросов к коллоквиуму.
4. Список учебной литературы.
5. Дополнительные материалы: презентации, статьи, нормативные документы.

Модуль 2

1. Теоретический материал по тематике лекций.
2. Методические указания студентам.
3. Список вопросов к коллоквиуму.
4. Список учебной литературы.
5. Дополнительные материалы: презентации, статьи, нормативные документы.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература:

1. Герасименко Н.Н. Учебное пособие по дисциплине "Перспективные направления наноэлектроники" / Н.Н. Герасименко, НА. Медетов, Д.И. Смирнов; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2011. - 112 с. - (Учебно-методический комплекс для магистров. Направление "Наноэлек-

троника"). - Комплект УМК, МИЭТ. - Электронная коллекция учебно-методического обеспечения МИЭТ.

2. Драгунов В.П. Основы наноэлектроники : Учеб. пособие для вузов / В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный, В.А. Гридчин. - Новосибирск : НГТУ, 2004. - 496 с. - (Учебники НГТУ).

Периодические издания:

1. ФИЗИКА И ТЕХНИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ = SEMICONDUCTORS / РАН, Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе; Гл. ред. Р.А. Сурис. - СПб. : Наука, 1967 - . - URL: <http://journals.ioffe.ru/ftp/> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный.

2. УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК : Научный журнал / Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН, Редакция журнала УФН. - М. : РАН, 1918 - . - URL:<http://ufn.ru/> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный

3. ЖУРНАЛ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ : Научный журнал / РАН, Ин-т физических проблем им. П.Л. Капицы. - М. : РАН, Наука, 1873 - . - URL:<http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/r/index> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный

4. ПИСЬМА В ЖУРНАЛ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ = JETP Letters / Российская академия наук, Институт физических проблем им. П. Л. Капицы РАН. - М. : ИКЦ Академкнига, 1965 - . - URL: <http://www.jetpletters.ac.ru/> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный

5. JOURNAL OF APPLIED PHYSICS / American Institute of Physics. - USA : AIP, [б.г.]. - URL: <http://scitation.aip.org/content/aip/journal/jap> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: по подписке МИЭТ.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. NSM Archive. Characteristics and Properties = Новые полупроводниковые материалы: Характеристики и свойства: Электронный архив / webmaster Алексей Толмачев // ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН : [сайт]. – Москва, 1998-2001. -

URL: <http://www.ioffe.ru/SVA/NSM/rintroduction.html> (дата обращения: 27.11.2020).

2. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 27.11.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

3. Web of Science [v.5.35]: сайт. - URL: <http://apps.webofknowledge.com> (дата обращения: 27.11.2020).

4. ФИПС : Информационно-поисковая система: сайт. - Москва, 2009 - . - URL: <https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/index.php> (дата обращения: 27.11.2020)

5. MATLAB : [раздел сайта] // MathWorks : [сайт]. - 1994-2020. -

URL: <https://www.mathworks.com/help/matlab/index.html> (дата обращения: 27.11.2020)

6. WebCSD // The Cambridge Crystallographic Data Centre (CCDC) : [сайт]. - URL: <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/> (дата обращения: 27.11.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

7. APS Physics: [сайт] / American Physical Society Sites. - URL: <https://www.aps.org/> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

В ходе реализации обучения используются технологии смешанного обучения.

Применяется модель смешанного обучения «перевернутый класс». Учебный процесс начинается с постановки проблемного задания, для выполнения которого студент должен самостоятельно ознакомиться с материалом, размещенным в электронной среде. В аудитории проверяются и дополняются полученные знания с помощью дискуссий и решения практических задач. Работа поводится по следующей схеме: СРС (онлайновая преподавательная работа с использованием внешнего или внутреннего ресурса) - аудиторная работа (семинар с представлением и обсуждением выполненной работы, решение практических задач с опорой на результаты самостоятельной работы) - обратная связь с обсуждением и подведением итогов.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя, zoom-консультации.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы в системе ОРИОКС.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по компетенции ОПК-1.АП «Способен ориентироваться в современных проблемах нанoeлектроники».
2. ФОС по подкомпетенции ОПК-3.АП «Способен приобретать и использовать новую информацию, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач в области нанoeлектроники».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Посещение лекций и семинаров обязательно.

Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Консультации проводятся лектором по расписанию, заранее согласованному со студентами.

Цель семинаров – обучение базовым знаниям и умениям с частичным охватом материала повышенного уровня. Освоение дисциплины на повышенном уровне в значительной степени осуществляется студентом самостоятельно. Преподаватель, ведущий семинары, предоставляет студентам все необходимые для этого методические материалы, а также проводит для желающих еженедельные консультации. Тема консультации, как правило, повторяет тему практического занятия, которое проводилось на неделе, предшествующей консультации. На консультациях обсуждаются задачи повышенного уровня сложности, теоретический материал по теме. Безусловно, во время консультаций можно получить помощь и по всем вопросам базового уровня.

На семинарах, проводимых в диалоговом режиме, студенты получают специальные знания для закрепления предмета посредством разбора и решения модельных задач. Каждая задача представляет собой миниатюрную исследовательскую проблему, а процесс ее решения моделирует научно-исследовательскую работу.

Общая характеристика семинара-дискуссии. Основное содержание обучения на семинаре-дискуссии: совместное решение учащимися эвристических учебных задач. Задача педагога - обеспечить активное включение студентов в поисковую учебно-познавательную деятельность, организованную на основе внутренней мотивации. Учебная деятельность организуется как деятельность коллективно-распределенная, развернутая в атмосфере коллективного размышления, в ситуации дискуссии и совместных поисков, когда студенты обсуждают различные варианты решения задачи.

Студентам рекомендуется осуществлять поиск в научной периодике дополнительной информации по теме лекции с последующим обсуждением результатов поиска с преподавателем.

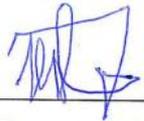
Контроль выполнения студентами практико-ориентированных домашних заданий проводится на коллоквиумах.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (48 баллов) и сдача экзамена (52 балла). Структура и сроки сдачи контрольных мероприятий доступны в журнале успеваемости в ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>

РАЗРАБОТЧИКИ:

Профессор каф. КФН, д. ф.-м. н.  / Н. Н. Герасименко /

Ст. преподаватель каф. КФН  / А. Е. Широков /

Рабочая программа дисциплины «Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», направленности (профилю) «Нанодиагностика материалов и структур» разработана на кафедре квантовой физики и наноэлектроники (КФН) и утверждена на заседании кафедры 17 февраля 2020 года, протокол № 12

Заведующий кафедрой КФН _____ /А. А. Горбацевич/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой ОФ

Заведующий кафедрой ОФ _____ /Н. И. Боргардт/

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК _____ /И.М. Никулина/

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/ Директор библиотеки _____ /Т.П. Филиппова/