

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 31.05.2023 23:43:14
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
Инженерная академия**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Надежность устройств нанoeлектронной и микросистемной техники

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

Инженерно-физические технологии в nanoиндустрии

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Надежность устройств наноэлектронной и микросистемной техники» является формирование необходимого объема знаний, умений и навыков, позволяющих развить компетенции в области надежности устройств наноэлектронной и микросистемной техники, усвоение знаний и получение навыков по обеспечению надежности на всех этапах жизненного цикла устройств и управлению программами обеспечения надежности новой техники и технологий; приобретение навыков по конструкторско-технологической оптимизации устройств на основе наноприборов, а также по составлению инженерных методик выполнения конструкторско-технологической оптимизации устройств на основе наноприборов.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Надежность устройств наноэлектронной и микросистемной техники» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-3	Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	ОПК-3.1. Знаком с основными подходами к разработке методических и нормативных документов, технической документации в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
		ОПК-3.2. Владеет подходами для руководства разработкой технической документации и нормативных документов в области нанотехнологий и микросистемной техники, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству
ПК-1	Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-1.1. Знает основные подходы и методы формулирования целей и задач научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники
		ПК-1.2. Умеет обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения задач научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники
ПК-6	Способность выполнять подготовку конструкторской документации для запуска в производство и разрабатывать методики испытаний, контроля и отбраковки наногетероструктурных элементов и устройств на их основе	ПК-6.1. Знает требования к конструкторской документации для запуска в производство наногетероструктурных элементов и устройств на их основе
		ПК-6.2. Умеет разрабатывать методики испытаний, контроля и отбраковки наногетероструктурных элементов и устройств на их основе
		ПК-6.3. Владеет навыками подготовки конструкторской документации для запуска в производство наногетероструктурных элементов и устройств на их основе

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Надежность устройств нанoeлектронной и микросистемной техники» относится к вариативной компоненте обязательной части блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Надежность устройств нанoeлектронной и микросистемной техники».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-3	Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	Материалы наноструктурных установок	Научно-исследовательская работа Технологическая практика Государственный экзамен
ПК-1	Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач		Научно-исследовательская работа Преддипломная практика Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа
ПК-6	Способность выполнять подготовку конструкторской документации для запуска в производство и разрабатывать методики испытаний, контроля и отбраковки наногетероструктурных элементов и устройств на их основе		Создание инновационного продукта Design of innovative product / Создание инновационного продукта Технологическая практика Преддипломная практика Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Надежность устройств нанoeлектронной и микросистемной техники» составляет 5 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
Контактная работа, ак.ч.	68		68		
Лекции (ЛК)	34		34		
Лабораторные работы (ЛР)	-		-		
Практические/семинарские занятия (СЗ)	34		34		
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	76		76		
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	36		36		
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	180	180		
	зач.ед.	5	5		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Надежность элемента. Надежность технических систем	Тема 1.1. Введение.	ЛК, СЗ
	Тема 1.2. Основные термины и определения теории надежности	ЛК, СЗ
	Тема 1.3. Показатели надежности: точечные оценки и доверительные интервалы. Прогнозирование показателей надежности. Факторы, влияющие на надежность ТС.	ЛК, СЗ
	Тема 1.4. Надежность технических систем. Основное соединение.	ЛК, СЗ
	Тема 1.5. Технические системы с резервированием.	ЛК, СЗ
Раздел 2. Методы повышения надежности, определение и контроль	Тема 2.1. Методы повышения надежности	ЛК, СЗ
	Тема 2.2. Марковские процессы в теории надежности.	
	Тема 2.3. Надежность технических систем с восстановлением.	
	Тема 2.4. Испытания на надежность: определительные и контрольные.	
Раздел 3. Проблемы обеспечения качества производства наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе	Тема 3.1. Конструкторско-технологические аспекты изготовления устройств на базе наноприборов	ЛК, СЗ
	Тема 3.2. Формирование показателей надежности устройств на базе наноприборов	ЛК, СЗ
	Тема 3.3. Проблемы обеспечения качества производства устройств на базе наноприборов на примере смесителей радиосигналов СВЧ-диапазона на основе резонансно-туннельных диодов.	ЛК, СЗ
Раздел 4. Закономерности формирования постепенных отказов наноприборов и устройств на их основе	Тема 4.1. Структурная схема формирования и изменения эксплуатационных параметров наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе	ЛК, СЗ
	Тема 4.2. Влияние изменения в процессе деградации параметров резонансно-туннельной структуры на электрические характеристики смесителей радиосигналов СВЧ-диапазона на основе резонансно-туннельных диодов	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	Тема 4.3. Анализ влияния технологических погрешностей на выходные электрические параметры устройств на основе наноприборов.	ЛК, СЗ
Раздел 5. Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов	Тема 5.1. Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов по критерию максимальной гамма-процентной наработки до отказа	ЛК, СЗ
	Тема 5.2. Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов с учетом экспертных оценок поля допустимых значений его выходных параметров	ЛК, СЗ

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве ___ шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Шишмарёв, В. Ю. Надежность технических систем :учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. —2-е изд., испр. и доп. —Москва : Издательство Юрайт, 2021. —289 с. —(Высшее образование). —ISBN 978-5-534-09368-1. —Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. —URL: <https://urait.ru/bcode/473175>
2. Дьячков, П. Н. Электронные свойства и применение нанотрубок : монография / П. Н. Дьячков. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 491 с. — (Нанотехнологии). — ISBN 978-5-00101-842-1
3. Наноэлектроника: теория и практика : учебник / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, А. Л. Данилюк, Е. А. Уткина. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 369 с. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-00101-732-5.
4. Анферов В. Н., Васильев С. И., Кузнецов С. М. Надежность технических систем. –Directmedia, 2018.
5. Durivage M. A. The certified reliability engineer handbook. –Quality Press, 2017.
6. Walker H. F., Benbow D. W., Elshennawy A. K. The Certified Quality Technician Handbook. –Quality Press, 2018.
7. Шашурин В.Д., Ветрова Н.А., Иванов Ю.А. и др. Нанотехнология и микромеханика:учеб. пособие. —Ч. 5:Надежность наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе —М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана,2012. —84

Дополнительная литература:

1. ГОСТ 27.ххх-хх «Надежность в технике».
2. Практикум по надежности технических систем. Лисунов Е.А.: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2015. 240 с. Ссылка на электронную версию в электронно-библиотечной системе издательства «Лань»: <https://e.lanbook.com/reader/book/56607/#1493>.
3. Малафеев С.И., Копейкин А.И. «Надежность технических систем. Примеры и задачи»: Учебное пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2016. 316 с.Ссылка на электронную версию в электронно-библиотечной системе издательства «Лань»: <https://e.lanbook.com/reader/book/2778/#3>
4. Нанотехнология и микромеханика. Часть 5. Надежность наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе. В.Д.Шашурин, Н.А.Ветрова, Ю.А.Иванов и др: Учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ Н.Э.Баумана, 2012. 84 с.
5. Испытания на надежность технических систем. Н.А. Ветрова, А.Г.Гудков, С.А.Козубняк и др.: Учебно-методическое пособие. М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2015. 84 с.
6. Ускоренные испытания на надежность технических систем. В.Д. Шашурин, Н.А. Ветрова, В.В. Назаров, Н.Г. Серегин: Учебно-методическое пособие –М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2016. 48 с.
7. Шашурин В.Д., Башков В.М., Ветрова Н.А. Надежность технических систем. Резервирование, восстановлениеМ.: МГТУ. 2009. 60 с.
8. Обеспечение надежности сложных технических систем. Дорохов А.Н., Керножицкий В.А., Миронов А.Н. и др.: Учебник. СПб.: Лань, 2016. 352 с. Ссылка на электронную версию в электронно-библиотечной системе издательства «Лань»: <https://e.lanbook.com/reader/book/86013/#1>
9. nanoHUB-U: Fundamentals of Nanoelectronics -Part A: Basic Concepts, 2nd

Edition. <https://nanohub.org/courses/FON1>.

10. Nano-to-Macro Transport Processes: Video Lectures Prof. Gang Chen – Massachusetts Institute of technology <https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-57-nano-to-macro-transport-processes-spring-2012/video-lectures/>

11. Москалюк В.А., Тимофеев В.И., Федяй Ф.В. Сверхбыстродействующие приборы электроники: Учеб.пособие. К.: НТУУ «КПИ», 2012. 480 с.

12. Расчёт показателей надёжности радиоэлектронных средств : учеб.-метод. пособие / С. М. Боровиков, И. Н. Цырельчук, Ф. Д. Троян; под ред. С. М. Боровикова. Минск : БГУИР, 2010. 68 с.

13. Ветрова Н.А., Шашурин В.Д., Куимов Е.В. Повышение эффективности модели обеспечения надежности устройств нанoeлектроники на GaAs/AlGaAs-гетероструктурах с поперечным токопереносом в рамках моделирования их ВАХ // Нанотехнологии: разработка, применение XXI век. 2016. Т.8, №4. С.37-42.

14. Комплексная технологическая оптимизация инкубатора тромбоцитов / Н.А.Ветрова [и др.] // Нанотехнологии: разработка, применение XXI век. 2017. Т. 9, №1. С.12-18.

15. Технологическая оптимизация устройства для безопасного хранения тромбоцитосодержащих трансфузионных сред / Н.А.Ветрова [и др.] // Медицинская техника.2017. №4. С. 18-21.

16. Справочник нормативного характера. М.: 22 ЦНИИИ МО РФ, 2006. 641 с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

- РИНЦ - национальная библиографическая база данных научного цитирования
<https://elibrary.ru/authors.asp>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Надежность устройств нанoeлектронной и микросистемной техники».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Надежность устройств нанoeлектронной и микросистемной техники» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент кафедры «Нанотехнологии
и микросистемная техника»

Должность, БУП



Подпись

Н.А. Ветрова

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой
«Нанотехнологии и
микросистемная техника»

Наименование БУП



Подпись

С.В. Попов

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент кафедры «Нанотехнологии
и микросистемная техника»

Должность, БУП



Подпись

С.В. Агасиева

Фамилия И.О.