

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»

Инженерная академия

(факультет/институт/академия)

Рекомендовано МССН

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Наименование дисциплины**

**Надежность устройств нанoeлектронной и микросистемной техники**

**Рекомендуется для направления подготовки/специальности**

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указываются код и наименование направления подготовки специальности)

**Направленность программы (профиль)**

Инженерно-физические технологии в нанoиндустрии

(наименование образовательной программы в соответствии с направленностью (профилем))

**1. Цели и задачи дисциплины:** 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. Место дисциплины в структуре ОП ВО:**

Дисциплина «Надежность устройств наноэлектронной и микросистемной техники» относится к вариативной части блока 1 учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1  
**Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций**

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>			
1	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	-
<b>Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности научно-исследовательский)</b>			
2	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	-	-
3	ПК-2 Готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты	-	Оптические измерения; Диагностические системы в нанотехнологиях
4	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



### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**ОПК-3; ПК-1; ПК-2; ПК-6**

(указываются в соответствии с ОС ВО РУДН)

В результате формирования компетенции ОПК-3 студент должен:

**Знать:** технологические процессы и принципы построения технологического оборудования изготовления наноприборов; основные методы, технической, технико-экономической и правовой оценки разных способов решения задач.

**Уметь:** выбрать метод решения задачи исходя из ее постановки в профессиональной сфере и смежных областях знаний.

**Владеть:** современными программно-информационными средствами разработки и оформления конструкторско-технологической документации в соответствии с действующими стандартами.

В результате формирования компетенции ПК-1 студент должен:

**Знать:** виды ресурсов и технологий для решения профессиональных задач; основные методы, технической, технико-экономической и правовой оценки разных способов решения задач.

**Уметь:** проводить анализ поставленной цели как модели планируемого результата и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов.

**Владеть:** методиками разработки цели (целеполагания) и задач проекта.

В результате формирования компетенции ПК-2 студент должен:

**Знать:** основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.

**Уметь:** выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.

**Владеть:** способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.

В результате формирования компетенции ПК-6 студент должен:

**Знать:** стандарты, устанавливающие требования к составу и содержанию конструкторско-технологической документации.

**Уметь:** разрабатывать и оформлять конструкторско-технологическую документацию.

**Владеть:** современными программно-информационными средствами разработки и оформления конструкторско-технологической документации в соответствии с действующими стандартами.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры				
		3	4	-	-	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	59	27	32	-	-	
В том числе:	-	-	-	-	-	
Лекции	34	18	16	-	-	
Практические занятия (ПЗ)	25	9	16	-	-	
Семинары (С)	-	-	-	-	-	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	121	45	76	-	-	
Общая трудоемкость	час	180	72	108	-	-
	зач. ед.	5	2	3	-	-

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Надежность элемента. Надежность технических систем	<p>Введение – 2 часа.</p> <p>Место дисциплины в общем цикле подготовки дипломированного специалиста. Факторы, определявшие и определяющие развитие теории надежности. Актуализация опорных знаний (входной контроль знаний студента по дисциплинам, необходимым для освоения курса).</p> <p>Основные термины и определения теории надежности – 2 часа.</p> <p>Надежность как комплексное свойство ТС: безотказность, ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость. Работоспособность, отказ, неисправность, восстановление. Временные понятия, остаточные и назначенные ресурс, срок службы и др. Абстрактное описание функционирования ТО с точки зрения его надежности, схема состояний и событий восстанавливаемого ТО. Действующие нормативные акты в области надежности технических систем: основные государственные и отраслевые стандарты, руководящие документы и справочники.</p> <p>Показатели надежности: точечные оценки и доверительные интервалы. Прогнозирование показателей надежности. Факторы, влияющие на надежность ТС. – 2 часа.</p> <p>Критерии и показатели надежности. Виды классификаций. Расчетные, экспериментальные, эксплуатационные и экстраполяционные показатели надежности. Единичные и комплексные показатели надежности. Проблема прогнозирования показателей надежности. Факторы, влияющие на надежность ТС. Климатические, ударно-вибрационные и др. факторы. Профилактическое обслуживание. Тренировки, отработочные и предпусковые испытания. Контроль качества и входной контроль надежности.</p> <p>Надежность технических систем. Основное соединение – 2 часа.</p> <p>Способы описания функционирования технических систем в смысле их надежности: структурная схема системы, функции алгебры логики, матрица состояний системы, граф состояний системы, описание функционирования системы с помощью уравнений типа массового обслуживания, описание функционирования системы с помощью интегральных уравнений. Основные расчетные соотношения для показателей безотказности системы с основным соединением.</p>



		<p>Технические системы с резервированием – 4 часов.</p> <p>Понятие резервирования (введения избыточности) технических систем. Основные подходы к классификации технических систем с резервирующими элементами. Резервирование невосстанавливаемых систем. Системы с целой и дробной кратностью. Горячий (нагруженный), облегченный и холодный (ненагруженный) резерв. Скользящее резервирование и системы типа k из n. Надежность систем при общем и отдельном резервировании. Модели, методы анализа и расчет надежности систем с последовательно-параллельной структурой, со сложной структурой. Основное свойство резервирования. Сравнение способов резервирования. Учет надежности переключателей резерва. Расчет надежности системы при двух типах отказов. Выигрыш надежности резервированных невосстанавливаемых систем.</p>
2.	<p>Методы повышения надежности, определение и контроль</p>	<p>Методы повышения надежности – 4 часа.</p> <p>Основные этапы и программа обеспечения надежности. Классификация способов повышения надежности. Сравнительный анализ методов повышения надежности и проблемы их практической реализации.</p> <p>Марковские процессы в теории надежности – 4 часа.</p> <p>Основные положения теории марковских случайных процессов для прогнозирования показателей надежности. Условия применимости модели. Правила получения уравнений Колмогорова-Чепмена.</p> <p>Надежность технических систем с восстановлением – 4 часов.</p> <p>Расчет надежности систем с последовательно-параллельной структурой. Марковская модель надежности. Полумарковская модель надежности. Расчет надежности систем со сложной структурой. Коэффициент и функция готовности системы. Средняя наработка до отказа системы. Средняя наработка на отказ. Вероятность безотказной работы.</p> <p>Испытания на надежность: определительные и контрольные – 3 часа.</p> <p>Экспериментальное исследование надежности. Виды испытаний на надежность. Определительные испытания на надежность. Контрольные испытания на надежность. Ускоренные испытания на надежность.</p>
3.	<p>Проблемы обеспечения качества производства наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе</p>	<p>Конструкторско-технологические аспекты изготовления устройств на базе наноприборов – 4 часа.</p> <p>Формирование показателей надежности устройств на базе наноприборов – 4 часа.</p> <p>Проблемы обеспечения качества производства устройств на базе наноприборов на примере смесителей</p>

		радиосигналов СВЧ-диапазона на основе резонансно-туннельных диодов – 4 часа.
4.	Закономерности формирования постепенных отказов наноприборов и устройств на их основе	Структурная схема формирования и изменения эксплуатационных параметров наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе – 4 часа.  Влияние изменения в процессе деградации параметров резонансно-туннельной структуры на электрические характеристики смесителей радиосигналов СВЧ диапазона на основе резонансно-туннельных диодов – 4 часа.  Анализ влияния технологических погрешностей на выходные электрические параметры устройств на основе наноприборов – 4 часа.
5.	Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов	Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов по критерию максимальной гамма-процентной наработки до отказа – 4 часа.  Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов с учетом экспертных оценок поля допустимых значений его выходных параметров – 4 часа.

#### 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Надежность элемента. Надежность технических систем	8	4	-	-	20	32
2.	Методы повышения надежности, определение и контроль	10	5	-	-	25	40
3.	Проблемы обеспечения качества производства наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе	6	6	-	-	28	40
4.	Закономерности формирования постепенных отказов наноприборов и устройств на их основе	6	6	-	-	28	40
5.	Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов	4	4	-	-	20	28

#### 6. Лабораторный практикум не предусмотрен.

#### 7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1.	1	Решение задач по теме «Специальные показатели безотказности восстанавливаемых технических объектов» – 2 часов.  Решение задач по теме «Технические системы с резервированием» – 2 часов.	4



2.	2	Решение задач по теме «Марковские процессы в теории надежности» – 2 часа. Решение задач по теме «Надежность технических систем с восстановлением» – 3 часа.	5
3.	3	Оценка надежности приборов нанoeлектроники (функционирующих на квантоворазмерных эффектах) и систем на их основе – 3 часа. Анализ проблем обеспечения качества производства устройств на базе наноприборов на примере смесителей радиосигналов СВЧ-диапазона на основе резонансно-туннельных диодов – 3 часа.	6
4.	4	Анализ влияния изменения в процессе деградации параметров резонансно-туннельной структуры на электрические устройств на основе РТД – 3 часа. Расчет надежности с учетом деградационных (постепенных отказов) – 3 часа.	6
5.	5	Задача конструкторско-технологической оптимизации устройств на основе наноприборов по критерию максимальной гамма-процентной наработки до отказа – 2 часа. Задача конструкторско-технологической оптимизации устройств на основе наноприборов с учетом экспертных оценок поля допустимых значений его выходных параметров – 2 часа.	4

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

На первом занятии каждый студент получает в электронном виде полный комплекс учебно-методических материалов по дисциплине, включающий программу, лекционный курс и другие материалы.

**Лекционные занятия** посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

**Семинарские занятия** проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения для прогнозирования, определения, контроля и управления надежностью технических систем.

**Самостоятельная работа** студентов включает проработку лекционного курса, подготовку к семинарам, контрольным мероприятиям, экзамену и пр. Результаты всех видов работы студентов формируются в виде их личных портфолио, которые учитываются на промежуточной аттестации. Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекционного курса, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации из всех возможных источников.

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины

№ п/п	Вид занятий	Вид и наименование оборудования
1.	Лекционные и практические занятия	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющие выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; компьютерные классы.
2.	Самостоятельная работа	библиотека, имеющая рабочие места для студентов; выставочные залы; аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет.

## 9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение:

- офисный пакет приложений – Office
- пакет прикладных программ для вычислений: MATLAB Simulink.

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

- Free MTBF Calculator: <http://aldservice.com/Reliability-Software/free-mtbf-calculator.html>;
- Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии РОССТАНДАРТ: <http://www.gost.ru/wps/portal/pages.CatalogOfStandarts>;
- Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия ФГУП «Стандартинформ»: <http://www.gostinfo.ru> и <http://www.standards.ru/default.aspx>;
- Профессиональный журнал для специалистов по качеству «Методы менеджмента качества»: <http://www.ria-stk.ru/mmq/detail.php>;
- Журнал для предприятия «Стандарты и качество»: <http://www.ria-stk.ru/stq/detail.php>;
- Научно-технический журнал «Надежность»: <http://www.dependability.ru/jour>;
- Журнал «Нанотехнологии: разработка, применение XXI век»: [http://www.radiotec.ru/journal\\_section/17](http://www.radiotec.ru/journal_section/17);
- Информационно-поисковая система Российских патентных документов: [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru/inform\\_resources/inform\\_retrieval\\_system/](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system/);
- Информационно-поисковая система патентного ведомства США: <http://www.uspto.gov/patents-application-process/search-patents> ;
- Сообщество исследователей и преподавателей в области нанотехнологии: <https://nanohub.org/>;
- Видеолекции:  
Показатели надежности: <https://www.youtube.com/watch?v=WiPQc8AG244> (часть 1), <https://www.youtube.com/watch?v=rvX3b8pk6wE> (часть 2);  
Надежность цепей. Параллельное и последовательное соединение: <https://www.youtube.com/watch?v=RpfXSIE1pTM>;
- Is MTTF a Measure of Reliability: <https://www.youtube.com/watch?v=8BZwcSY7dS0>, <https://www.youtube.com/watch?v=xFRizlhP0D8>.



## 10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

### а) 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. Анферов В. Н., Васильев С. И., Кузнецов С. М. Надежность технических систем. — Directmedia, 2018.
3. Durivage M. A. The certified reliability engineer handbook. — Quality Press, 2017.
4. Walker H. F., Benbow D. W., Elshennawy A. K. The Certified Quality Technician Handbook. — Quality Press, 2018.
5. 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

### б) дополнительная литература

1. ГОСТ 27.xxx-xx «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/#149>
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, восстановление М.: 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 ЦНИИ МО РФ, 2006. 641 с.

### **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

*а) Методические указания для самостоятельной работы.*

Рекомендуется использовать следующий перечень вопросов и заданий, охватывающий все темы дисциплины:

1. Определение понятия «надежность». Надежность - комплексное свойство ТС.
2. Абстрактное описание функционирования ТС с точки зрения надежности. Ось состояний и ось наработки.
3. Виды классификаций количественных показателей надежности ТС.
4. Методы повышения надежности ТС. Виды резервирования. Кратность резервирования.
5. Количественные показатели безотказности ТС.
6. Общее резервирование с целой кратностью. Горячее включение.
7. Количественные показатели долговечности ТС.
8. Общее резервирование с целой кратностью. Облегченное включение.
9. Надежность системы при основном соединении элементов.
10. Надежность системы при параллельном соединении элементов.
11. Количественные показатели сохраняемости ТС.
12. Раздельное резервирование с целой кратностью. Горячее включение.
13. Гамма-процентная наработка до отказа. Средняя наработка до отказа и на отказ.
14. Количественные показатели ремонтпригодности ТС.
15. Вероятность безотказной работы, вероятность отказа и интенсивность отказов.
16. Поток отказов и его параметр.
17. Общее резервирование с целой кратностью. Холодное включение.
18. Раздельное резервирование с целой кратностью. Облегченное включение.
19. Раздельное резервирование с целой кратностью. Холодное включение.
20. Сравнительная характеристика общего и раздельного резервирования с целой кратностью.
21. Резервирование с дробной кратностью. Мажоритарное резервирование.
22. Комплексные показатели надежности ТС.
23. Определение основных показателей надежности невосстанавливаемых элементов.
24. Надежность технической системы, работающей в условиях наличия отказов и восстановлений. Дискретнонепрерывный случайный марковский процесс.
25. Иерархическая структура технической системы. Элемент-система. Кривая «жизни» элементов ТС.
26. Уравнение Колмагорова-Чепмена. Коэффициент готовности ТС.
27. Классификация состояний ТС. Отказы и повреждения, ремонт и восстановление ТС.
28. Правила получения уравнения Колмагорова-Чепмена.
29. Вывод уравнения Колмагорова-Чепмена для системы с двумя состояниями и двумя потоками.
30. Специальные показатели надежности для восстанавливаемых элементов.
31. Деградационные отказы. Расчет показателей надежности гетероструктур и приборов на их основе.
32. Определительные испытания на надежность.
33. Контрольные испытания на надежность.
34. Планирование испытаний на надежность.
35. Надежность ПО: основные понятия, подходы к расчету показателей надежности.
36. Конструкторско-технологические аспекты изготовления устройств на базе наноприборов.
37. Формирование показателей надежности устройств на базе наноприборов.



38. Проблемы обеспечения качества производства устройств на базе наноприборов на примере смесителей радиосигналов СВЧ-диапазона на основе резонансно-туннельных диодов.
39. Структурная схема формирования и изменения эксплуатационных параметров наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе.
40. Влияние изменения в процессе деградации параметров резонансно-туннельной структуры на электрические характеристики смесителей радиосигналов СВЧ диапазона на основе резонансно-туннельных диодов.
41. Анализ влияния технологических погрешностей на выходные электрические параметры устройств на основе наноприборов.
42. Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов по критерию максимальной гамма-процентной наработки до отказа.
43. Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов с учетом экспертных оценок поля допустимых значений его выходных параметров.

б) Методические указания для подготовки доклада

Примерные темы аналитических обзоров и докладов:

1. Основные статистические модели теории надежности.
2. Математические модели функционирования технических объектов в смысле надежности.
3. Расчет надежности с учетом деградационных отказов (для случая диффузионного немоного распределения наработки до отказа).
4. Надежность в технике. Управление устареванием (ГОСТ Р 27.203-2012).
5. Надежность в технике. Управление надежностью. Условия проведения испытаний на безотказность и статистические критерии и методы оценки их результатов. (ГОСТ Р 27.607-2013).
6. Надежность в технике. Выбор способов и методов резервирования (Р 50-54-82-88). Оптимальное резервирование.
7. Методические указания. Надежность в технике. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным (РД 50-690-89).
8. Надежность в технике. Критерии проверки постоянства интенсивности отказов и параметра потока отказов (ГОСТ Р МЭК 60605-6-2007).
9. Статистические методы. Точечные оценки, доверительные, предикционные и толерантные интервалы для экспоненциального распределения (ГОСТ Р 50779.26-2007 (МЭК 60605-4:2001)).
10. Инженерные методики выполнения конструкторско-технологической оптимизации радиоэлектронных устройств на основе наноприборов. и другие.

Требования к представлению аналитических обзоров и докладов:

Реферат – это самостоятельная научно-исследовательская работа, в которой должна быть раскрыта суть исследуемой проблемы, автор доклада приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Содержание материала должно быть логичным, изложение материала носит проблемно-поисковый характер. Основные виды учебных докладов: доклад, доклад-конспект, тематический доклад. Основная цель тематического доклада (аналитического обзора) – систематизированное обобщение, раскрытие и критический анализ содержания различных документов, посвященных конкретному тематическому вопросу.

Этапы работы над докладом: Подбор и изучение основных источников по теме (как правило, не менее 8-10). Составление библиографии. Обработка и систематизация информации. Разработка плана доклада. Написание доклада. Разработка скриптов для численных примеров по теме, формирование pdf-publish. Подготовка презентации и раздаточного материала для доклада в аудитории. Выступление с результатами исследования в аудитории на занятии.



оформляется по порядку упоминания в тексте и имеет сквозную нумерацию арабскими цифрами.)

8. Приложения (материалы с вопросами, тестами и задачами для контроля освоения темы, pdf-publish, m-files, блок-схемы и т.д.).

9. Презентация (с раздаточным материалом)

Критерии оценки учебного доклада:

- выполнение работы в отведенный срок;
- соответствие темы доклада содержанию;
- достаточность и современность привлеченных к рассмотрению источников;
- аналитичность работы;
- методологическая корректность;
- нетривиальность суждений;
- новизна взгляда;
- обоснованность выводов;
- логичность построения, проблемно-поисковый характер изложения материала;
- использование понятийного аппарата;
- соответствие стандарту стиля работы и оформления доклада.


## 12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Надежность устройств наноэлектронной и микросистемной техники» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

### Разработчики:

Доцент,  
Кафедра «Нанотехнологии и  
микросистемная техника»  
должность, название кафедры

  
подпись

Н.А. Ветрова  
инициалы, фамилия

**Руководитель программы**  
Доцент,  
Кафедра «Нанотехнологии и  
микросистемная техника»  
должность, название кафедры

  
подпись

С.В.Агасиева  
инициалы, фамилия

**ИО заведующего кафедрой**  
Доцент,  
Кафедра «Нанотехнологии и  
микросистемная техника»  
должность, название кафедры

  
подпись

С.В.Агасиева  
инициалы, фамилия