

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы надежности технических систем и ее приложение к оценке
ресурса ответственных инженерных объектов

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
09.03.03 - Прикладная информатика

Направленность образовательной программы
Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 Основы надежности технических систем и ее приложение к оценке ресурса ответственных инженерных объектов относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-12: Способен моделировать процессы управления производством изделий микроэлектроники	ПК-12.1: Демонстрирует знание основных понятий, связанных с задачами распределения производственных ресурсов при автоматизации производства изделий микроэлектроники ПК-12.2: Демонстрирует умение построить математическую модель процесса управления производством изделий микроэлектроники ПК-12.3: Имеет практический опыт решения задач распределения производственных ресурсов	ПК-12.1: Знает основные понятия, связанные с задачами надежности технических систем и ее приложением к оценке ресурса ответственных инженерных объектов. ПК-12.2: Умеет строить математические модели процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов исследуемых объектов. ПК-12.3: Владеет методами и средствами обоснования и прогнозирования ресурса ответственных инженерных объектов	Задания Отчет по лабораторным работам	Зачёт: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	

аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	14
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	42
- КСР	1
самостоятельная работа	51
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Основные направления теории надежности	24	4	10	14	10
Математические модели процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов	42	6	16	22	20
Математическое и программное обеспечение расчетов прочности и долговечности оборудования и систем ОИО	41	4	16	20	21
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	14	42	57	51

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Основные понятия, теоремы и определения
2. Основные направления теории надежности
3. Методология, методы и средства обоснования и прогнозирования ресурса ОИО
4. Механизмы деградации конструкционных сплавов
5. Математические модели процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов
6. Математическое и программное обеспечение расчетов прочности и долговечности оборудования и систем ОИО
7. Методическое обеспечение и аппаратные средства диагностики разрушения ОИО

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:
Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Компьютерное моделирование, <https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=5088>.

Иные учебно-методические материалы:

Любимов Александр Константинович. Введение в теорию надежности : учеб. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 010800 "Механика и мат. моделирование", 010400 "Прикладная математика и информатика". - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2012. - 99 с. <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=451473&idb=0>

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-12:

Тема 1. Модель оценки вероятности безотказной работы при однократном воздействии (модель «нагрузка-прочность»)

Тема 2. Экспоненциальная модель внезапных отказов

Тема 3. Прогнозирование вероятности безотказной работы в случае, когда внешнее воздействие задается потоком независимых дискретных воздействий

Тема 4. Надёжность объекта при случайных воздействиях, описываемых непрерывным случайным процессом

Тема 5. Нахождение вероятности безотказной работы объекта в случае линейного закона накопления повреждений

Тема 6. Совместное проявление внезапных и постепенных отказов

Тема 7. Определение вероятности безотказной работы системы с последовательным соединением элементов

Тема 8. Определение вероятности безотказной работы системы с параллельным соединением элементов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все практические задания (лабораторные работы) выполнены в полном объеме и в срок. Описание всех этапов выполнения заданий, код и результаты работы представлены

Оценка	Критерии оценивания
	преподавателю.
не зачтено	Выполнены не все практические задания (лабораторные работы) или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, код работает некорректно, результаты работы не представлены преподавателю).

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-12:

1. Реализация модели «нагрузка-прочность».
2. Реализация модели внезапных отказов.
3. Реализация подсистемы прогнозирования вероятности безотказной работы.
4. Реализация подсистемы определения вероятности безотказной работы системы с последовательным соединением элементов
5. Реализация подсистемы определения вероятности безотказной работы системы с параллельным соединением элементов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнены не все этапы работы или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, код работает некорректно, результаты работы не представлены преподавателю).

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.	Уровень знаний ниже минимальных требований.	Минимально допустимый уровень	Уровень знаний в объеме, соответствующий	Уровень знаний в объеме, соответствующий	Уровень знаний в объеме, соответствующий	Уровень знаний в объеме, превышающий

	Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Имели место грубые ошибки	знаний. Допущено много негрубых ошибок	ющем программе подготовки . Допущено несколько негрубых ошибок	ющем программе подготовки . Допущено несколько несущественных ошибок	ующем программе подготовк и. Ошибок нет.	м программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»

не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-12

Основные понятия, термины и определения надежности и ресурса ОИО

Системная теория надежности

Постановка задач системной теории надежности

Диагностика технического состояния ОИО по тренду виброакустических характеристик

Обеспечение надежности и безопасности ОИО на базе ЭМР

Состав системы ЭМР

Этапы ЭМР

Методология, методы и средства обоснования и прогнозирования ресурса ОИО

Методология продления назначенных ресурса и срока службы ОИО

Основные эксплуатационные факторы, определяющие доминирующие механизмы деградации конструкционных сплавов

Физические основы и результаты экспериментальных исследований процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов МнЦУ

Физические основы и результаты экспериментальных исследований процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов МЦУ

Физические основы и результаты экспериментальных исследований процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов (нестационарная ползучесть и длительная прочность)

Физические основы и результаты экспериментальных исследований процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов (взаимное влияние малоциклового усталости и длительной прочности)

Физические основы и результаты экспериментальных исследований процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов (коррозионное повреждение)

Физические основы и результаты экспериментальных исследований процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов (радиационное повреждение)

Физические основы и результаты экспериментальных исследований процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов (фреттинг-износ и фреттинг-усталость)

Физические основы и результаты экспериментальных исследований процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов (развитие дефектов)

Математические модели процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов. Требования к математическим моделям

Механика поврежденной среды

Механика разрушения

Математическое и программное обеспечение расчетов прочности и долговечности оборудования и систем ОИО

Методическое обеспечение и аппаратные средства диагностики разрушения ОИО (акустическая эмиссия)

Методическое обеспечение и аппаратные средства диагностики разрушения ОИО (средства определения топологии и геометрии трехмерных дефектов)

Методическое обеспечение и аппаратные средства диагностики разрушения ОИО (средства определения степени поврежденности материала)

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дал развернутый ответ на все вопросы без существенных ошибок.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Ведерникова И. И. Введение в теорию надежности : учебник / Ведерникова И. И., Егоров С. А., Егорова Н. Е. - Иваново : ИГЭУ, 2019. - 148 с. - Печатается по решению редакционно-издательского совета ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ИГЭУ - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730860&idb=0>.

2. Галеев А. Д. Основы надежности технических систем : учебно-методическое пособие / Галеев А. Д., Старовойтова Е. В., Поникаров С. И. - Казань : КНИТУ, 2019. - 224 с. - Книга из коллекции КНИТУ - Химия. - ISBN 978-5-7882-2594-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=826284&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Волков Иван Андреевич. Ползучесть и длительная прочность материалов и конструкций : монография / И. А. Волков, Л. А. Игумнов, И. В. Сметанин [и др.] ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2021. - 155 с. - ISBN 978-5-6047588-0-9 : 141.62., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Операционные системы семейства MicrosoftWindows, лицензия по подписке MicrosoftImagine.
2. Браузер Google Chrome, предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом.
3. Среда разработки семейства MicrosoftVisualStudio, лицензия по подписке MicrosoftImagine.
4. Пакет MS Office.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.03.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Волков Иван Андреевич, доктор физико-математических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Прилуцкий Михаил Хаимович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.