

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

Передовая инженерная школа

---

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол №13 от 30.11.2022

**Рабочая программа дисциплины**

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

---

*(наименование дисциплины (модуля))*

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

---

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**090303«Прикладная информатика**

---

*(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)*

Направленность образовательной программы

**«Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники»**

---

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

Форма обучения

**очная**

---

*(очная / очно-заочная / заочная)*

Нижегород

2023

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 «Основы надежности технических систем и ее приложение к оценке ресурса ответственных инженерных объектов» относится к части ООП направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, формируемой участниками образовательных отношений.

## 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**	
<i>ПК-12. Способен моделировать процессы управления производством изделий микроэлектроники</i>	<i>ПК-12.1. Демонстрирует знание основных понятий, связанных с задачами распределения производственных ресурсов при автоматизации производства изделий микроэлектроники.</i>	Знает основные понятия, связанные с задачами надежности технических систем и ее приложением к оценке ресурса ответственных инженерных объектов.	<i>Контрольные вопросы Практические задания</i>
	<i>ПК-12.2. Демонстрирует умение построить математическую модель процесса управления производством изделий микроэлектроники.</i>	Умеет строить математические модели процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов исследуемых объектов.	
	<i>ПК-12.3. Имеет практический опыт решения задач распределения производственных ресурсов.</i>	Владеет методами и средствами обоснования и прогнозирования ресурса ответственных инженерных объектов	

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
<b>в том числе</b>	
<b>контактная работа:</b>	<b>57</b>
<b>- занятия лекционного типа</b>	<b>14</b>

- занятия лабораторного типа	28
- занятия семинарского типа	14
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	51
Промежуточная аттестация – зачет	

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Основные понятия, теоремы и определения	8	1	4		5	3
2. Основные направления теории надежности	13	1	4		5	8
3. Методология, методы и средства обоснования и прогнозирования ресурса ОИО	18	2	4	4	10	8
4. Механизмы деградации конструкционных сплавов	18	2	4	4	10	8
5. Математические модели процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов	18	4	4	2	10	8
6. Математическое и программное обеспечение расчетов прочности и долговечности оборудования и систем ОИО	16	2	4	2	8	8
7. Методическое обеспечение и аппаратные средства диагностики разрушения ОИО	16	2	4	2	8	8
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация – зачет						
Итого	108	14	28	14	57	51

Занятия семинарского типа организуются, в том числе в форме практической подготовки.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие знаний, умений и навыков применения современных информационных технологий, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет).

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельно выполняются исследовательская работа.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено			Зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от	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	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с	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 отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

	ответа		объеме.	недочетами.		в полном объеме.	
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом . 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 некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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 оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### Критерий оценивания ответов на типовые контрольные вопросы для собеседования и вопросы к зачету

Результаты ответа	Оценка
Студент дал развернутый ответ на все вопросы.	зачтено

Студент ответил только на часть вопросов или дал неразвернутый ответ на все вопросы.	не зачтено
--	------------

### Критерий оценивания практических заданий (лабораторных работ)

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

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1. Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия, термины и определения надежности и ресурса ОИО</li> <li>2. Системная теория надежности</li> <li>3. Постановка задач системной теории надежности</li> <li>4. Диагностика технического состояния ОИО по тренду виброакустических характеристик</li> <li>5. Обеспечение надежности и безопасности ОИО на базе ЭМР</li> <li>6. Состав системы ЭМР</li> <li>7. Этапы ЭМР</li> <li>8. Методология, методы и средства обоснования и прогнозирования ресурса ОИО</li> <li>9. Методология продления назначенных ресурса и срока службы ОИО</li> <li>10. Основные эксплуатационные факторы, определяющие доминирующие механизмы деградации конструкционных сплавов</li> <li>11. Физические основы и результаты экспериментальных исследований процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов МнЦУ</li> <li>12. Физические основы и результаты экспериментальных исследований процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов МЦУ</li> <li>13. Физические основы и результаты экспериментальных исследований процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов (нестационарная ползучесть и длительная прочность)</li> <li>14. Физические основы и результаты экспериментальных исследований процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов (взаимное влияние малоциклового усталости и длительной прочности)</li> </ol>	ПК-12

<p>15. Физические основы и результаты экспериментальных исследований процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов (коррозионное повреждение)</p> <p>16. Физические основы и результаты экспериментальных исследований процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов (радиационное повреждение)</p> <p>17. Физические основы и результаты экспериментальных исследований процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов (фреттинг-износ и фреттинг-усталость)</p> <p>18. Физические основы и результаты экспериментальных исследований процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов (развитие дефектов)</p> <p>19. Математические модели процессов деформирования, накопления повреждений и развития дефектов. Требования к математическим моделям</p> <p>20. Механика поврежденной среды</p> <p>21. Механика разрушения</p> <p>22. Математическое и программное обеспечение расчетов прочности и долговечности оборудования и систем ОИО</p> <p>23. Методическое обеспечение и аппаратные средства диагностики разрушения ОИО (акустическая эмиссия)</p> <p>24. Методическое обеспечение и аппаратные средства диагностики разрушения ОИО (средства определения топологии и геометрии трехмерных дефектов)</p> <p>25. Методическое обеспечение и аппаратные средства диагностики разрушения ОИО (средства определения степени поврежденности материала)</p>	
--	--

### 5.2.2. Практические задания

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.

### 5.2.3. Лабораторные работы

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.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### а) основная литература

1. Машиностроение: Энциклопедия. Т IV-3. Надежность машин. Глава 1.1. Основные понятия. – М.: Машиностроение, 1998
2. Машиностроение: Энциклопедия. Т IV-3. Надежность машин. Глава 4.1. – М.: Машиностроение, 1998. с. 368-408
3. Колинз Дж. Повреждение материалов в конструкциях. Анализ. Предсказание. Предотвращение. – М.: Мир, 1984. 624 с.
4. Гуревич М.И. Некоторые практические методы оценки ресурса конструкций: Монография. – Н.Новгород. Изд-во ННГУ, 1992
5. Основы механики разрушения. Броек Д. Москва: Высшая школа, 1980. 368 с.
6. Прогнозирование ресурса машин и конструкций / В. В. Болотин. - М.: Машиностроение, 1984. - 312 с.
7. Методы обоснования ресурса ядерных энергетических установок / [Ф. М. Митенков и др.]; под общ. ред. Ф. М. Митенкова. - Москва: Машиностроение, 2007. - 445 с.
8. Уравнения состояния вязкоупругопластических сред с повреждениями / И. А. Волков, Ю. Г. Коротких. - Москва: Физматлит, 2008. - 422 с.
9. Введение в континуальную механику поврежденной среды [Текст] / И. А. Волков, Л. А. Игумнов. - Москва: Физматлит, 2017. - 299 с.

### б) дополнительная литература

1. Роль различных механизмов деформирования при оценке ресурса оборудования АЭС : учебное пособие для студентов специальности 140400, 140404 / О. С. Копьева, Ю. Г. Коротких, С. Н. Пичков; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Нижегородский гос. технический ун-т. - Нижний Новгород : Нижегородский гос. технический ун-т, 2006. – 97
2. Основы надежности технических систем и ее приложение к оценке ресурса металлоконструкций подъемных сооружений : учеб. пособие для студентов и аспирантов вузов, обучающихся по направлению "Эксплуатация назем. трансп. и трансп. оборудования" спец. "Эксплуатация перегрузоч. оборудования портов и трансп. терминалов" / Ю.Г. Коротких, И.А. Волков, А.Ф. Кирилов; М-во трансп. Рос. Федерации, Федер. гос. образоват. учреждение высш. проф. образования Волж. гос. акад. вод. трансп., Каф. прикл. механики и подъем.-трансп. машин. - Н. Новгород: Изд-во ВГАВТ, 2004. – 91
3. Введение в теорию надежности [Текст] : учебное пособие : для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 010800 "Механика и математическое моделирование", 010400 "Прикладная математика и информатика" / А. К. Любимов; М-во образования и науки РФ, Нижегородский гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского, Нац. исследовательский ун-т. - Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского гос. ун-та, 2012. - 99 с.

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

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 СУОС ННГУ по направлению подготовки **09.03.03 «Прикладная информатика»**.

Автор профессор Волков И.А.

Рецензент профессор Федосенко Ю.С.

Руководитель отделения ПИШ профессор М.Х.Прилуцкий

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

01.07.2023 протокол №9