

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Степанов Павел Иванович  
Должность: Руководитель государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
Дата подписания: 27.02.2026 09:51:09  
Уникальный программный ключ:  
8c65c591e26b2d8e460927740cf752622aa3b295

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное**

**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ)**

**НОВОУРАЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

УТВЕРЖДЕНА

Ученым советом НТИ НИЯУ МИФИ

Протокол № 3 от 24.04.2023 г.

**Рабочая программа учебной дисциплины**

**«Основы надежности технических систем»**

|                                   |                                                                                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Направление подготовки            | <i>15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств</i> |
| Профиль подготовки                | <i>Технология машиностроения</i>                                                          |
| Квалификация (степень) выпускника | <i>Бакалавр</i>                                                                           |
| Форма обучения                    | <i>Очная</i>                                                                              |

Новоуральск 2023

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| Курс                         | 4            |
| Семестр                      | 7            |
| Трудоёмкость дисциплины, ЗЕТ | 2            |
| Трудоёмкость дисциплины, час | 72           |
| Аудиторные занятия, час      | 48           |
| лекции                       | 16           |
| лабораторные работы          | -            |
| практические занятия         | 32           |
| курсовая работа              | -            |
| Самостоятельная работа, час  | 24           |
| Форма итогового контроля     | <i>Зачет</i> |

Составитель: доцент кафедры ТМ, к.т.н., Лагуткин Станислав Владимирович

## Содержание

|                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Цели освоения учебной дисциплины .....                                                                                                         | 4  |
| 2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.....                                                                            | 4  |
| 3. Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине и их соотношение с<br>планируемыми результатами освоения образовательной программы ..... | 4  |
| 4. Структура и содержание учебной дисциплины .....                                                                                                | 6  |
| 5. Самостоятельная работа студентов.....                                                                                                          | 7  |
| 6. Информационно-образовательные технологии .....                                                                                                 | 8  |
| 7. Средства для контроля и оценки .....                                                                                                           | 8  |
| 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины.....                                                                       | 8  |
| 9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины.....                                                                                    | 9  |
| Приложение А Перечень вопросов по теоретической части курса .....                                                                                 | 10 |

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями:

- Образовательного стандарта высшего образования НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (утвержден Ученым советом университета, протокол №18/03 от 31.05.2018 г., актуализирован Ученым советом университета, протокол №21/11 от 27.07.2021 г.);
- Компетентностной модели выпускника по направлению подготовки 15.03.05, профилю подготовки «Технология машиностроения» (утверждена 30.08.2021 г.).

## 1. Цели освоения учебной дисциплины

Целью дисциплины является формирование знаний по основам надежности элементов и систем на этапах их проектирования, изготовления и эксплуатации, включающих в себя - критерии и характеристики надежности; методы сбора и обработки информации о надежности, ее систематизации и оценки полученных результатов; приобретение навыков прогнозирования показателей надежности.

## 2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Основы надежности технических систем» относится к основной части профессионального модуля.

Курс является одним из завершающих обучение по профилю «Технология машиностроения» и обобщающим многие специальные и общеобразовательные дисциплины, из которых наиболее важными являются:

- математика;
- информатика;
- материаловедение;
- сопротивление материалов;
- детали машин и основы конструирования;
- метрология, стандартизация, сертификация;
- оборудование машиностроительного производства;
- технология машиностроения.

## 3. Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине и их соотношение с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Данная дисциплина участвует в формировании следующих компетенций, трудовых действий, необходимых знаний и умений, установленных требованиями профессиональных стандартов, принятых для реализации в компетентностной модели:

| Компетенции                                                                                                             | Требования профессионального стандарта | Планируемые результаты по компетенциям с учетом требований ПС                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-7. Способен участвовать в приемке и освоении вводимых в эксплуатацию средств и систем машиностроительных производств |                                        | <b>Знать:</b><br>31 – Основные термины, определения, критерии и показатели надежности элементов и систем. |

| Компетенции                                                                                                                                                                                               | Требования профессионального стандарта | Планируемые результаты по компетенциям с учетом требований ПС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ПК-8.1. Способен участвовать в проведении работ по обеспечению и контролю технического обслуживания и ремонта механического оборудования машиностроительных производств и объектов атомной отрасли</p> |                                        | <p>32 – Основные математические методы расчета и анализа надежности.</p> <p>33 – Методы сбора, анализа статистической обработки информации о надежности.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>У1 – Рассчитывать количественные показатели надежности элементов и систем.</p> <p>У2 – Проводить сбор и статистическую обработку данных об отказах.</p> <p>У3 – Определять вероятность появления отказа, используя график функции плотности вероятности распределения отказов во времени.</p> <p>У4 – Определять среднюю наработку до отказа.</p> <p>У5 – Определять безотказность сложных систем, состоящих из последовательно и параллельно соединенных элементов, в т.ч. с резервированием.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>В1 – Методикой построения эмпирических и теоретических функций распределения вероятностей срока службы объектов.</p> <p>В2 – Методологией корреляционного и регрессионного анализов при исследовании зависимостей факторов, влияющих на надежность.</p> |
| <p>В34. Формирование профессиональной ответственности, этики и культуры проектировщика изделий машиностроения и технологических процессов их изготовления</p>                                             |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины

##### 4.1. Структура учебной дисциплины

| №<br>п/п     | Наименование раздела<br>учебной дисциплины                | Всего     | Виды учебной работы, включая<br>самостоятельную работу студентов<br>и трудоемкость (в часах) |                         |                         |     |           |          | Знания,<br>умения,<br>навыки                                              | Форма<br>контроля                    |
|--------------|-----------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----|-----------|----------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|              |                                                           |           | Лекции                                                                                       | Лабораторные<br>занятия | Практические<br>занятия | КСР | СРС       | Контроль |                                                                           |                                      |
| 1            | Основные понятия надежности                               | 2         | 2                                                                                            |                         |                         |     |           |          | 31,<br>32,<br>33,<br><br>У1,<br>У2,<br>У3,<br>У4,<br>У5,<br><br>В1,<br>В2 | Пр1<br><br>Пр2<br><br>Пр3<br><br>Пр4 |
| 2            | Количественные показатели безотказности                   | 10        | 2                                                                                            |                         | 6                       |     | 2         |          |                                                                           |                                      |
| 3            | Показатели надежности                                     | 14        | 2                                                                                            |                         | 10                      |     | 2         |          |                                                                           |                                      |
| 4            | Характеристики безотказности                              | 4         | 2                                                                                            |                         |                         |     | 2         |          |                                                                           |                                      |
| 5            | Математические модели теории надежности                   | 4         | 2                                                                                            |                         |                         |     | 2         |          |                                                                           |                                      |
| 6            | Нормальный закон распределения наработки до отказа        | 14        | 2                                                                                            |                         | 10                      |     | 2         |          |                                                                           |                                      |
| 7            | Законы распределения наработки до отказа                  | 12        | 2                                                                                            |                         | 6                       |     | 4         |          |                                                                           |                                      |
| 8            | Надежность сложных систем                                 | 5         | 1                                                                                            |                         |                         |     | 4         |          |                                                                           |                                      |
| 9            | Использование законов распределения в расчетах надежности | 7         | 1                                                                                            |                         |                         |     | 6         |          |                                                                           |                                      |
| <i>Итого</i> |                                                           | <b>72</b> | <b>16</b>                                                                                    |                         | <b>32</b>               |     | <b>24</b> |          |                                                                           | <i>Зачет</i>                         |

##### 4.2. Содержание учебной дисциплины

| №<br>п/п | Тема                                           | Содержание лекционных занятий                                                                                      | Часы |
|----------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1        | <i>Основные понятия надежности</i>             | Основные понятия. Классификация и характеристики отказов. Составляющие надежности. Основные показатели надежности. | 2    |
| 2        | <i>Количественные показатели безотказности</i> | Общие понятия. Основные сведения о математических моделях расчета в теории вероятностей.                           | 2    |
| 3        | <i>Показатели надежности</i>                   | Вероятность безотказной работы. Плотность распределения отказов. Интенсивность отказов.                            | 2    |
| 4        | <i>Характеристики безотказности</i>            | Уравнение связи показателей надежности. Числовые характеристики безотказности невосстанавливаемых объектов.        | 2    |
| 5        | <i>Математические модели теории надежности</i> | Общие понятия о моделях надежности. Статистическая обработка результатов испытаний на надежность.                  | 2    |

| №<br>п/п | Тема                                                             | Содержание лекционных занятий                                                                                                                                                                              | Часы      |
|----------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6        | <i>Нормальный закон распределения наработки до отказа</i>        | Классическое нормальное распределение. Усеченное нормальное распределение. Функция Лапласа.                                                                                                                | 2         |
| 7        | <i>Законы распределения наработки до отказа</i>                  | Экспоненциальное распределение. Логарифмически нормальное распределение. Гамма – распределение. Распределение $\chi^2$ (m). Распределение Стьюдента. Биноминальное распределение.                          | 2         |
| 8        | <i>Надежность сложных систем</i>                                 | Надежность систем с резервированием. Надежность дублированных элементов.                                                                                                                                   | 1         |
| 9        | <i>Использование законов распределения в расчетах надежности</i> | Определение показателей надежности при экспоненциальном распределении. Определение показателей надежности при распределении Гаусса. Определение вероятности случайных событий. Применение гипотезы Байеса. | 1         |
| Итого    |                                                                  |                                                                                                                                                                                                            | <b>16</b> |

| №<br>п/п | Темы практических занятий                                                                          | Форма контроля | Часы      |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|
| 1        | Использование «вероятностной бумаги» для определения параметров распределения и прогноз надежности | Отчет          | 6         |
| 2        | Прогноз надежности при нормальном распределении случайной величины наработки до отказа             | Отчет          | 10        |
| 3        | Определение вероятности безотказной работы при испытаниях по схеме «Нагрузка – Прочность»          | Отчет          | 10        |
| 4        | Корреляционный анализ испытаний образцов                                                           | Отчет          | 6         |
| Итого    |                                                                                                    |                | <b>32</b> |

## 5. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студентов по учебной дисциплине регламентируется «Положением об организации самостоятельной работы студентов в НТИ НИЯУ МИФИ».

Рабочая программа предусматривает достаточно большой объем часов на самостоятельную работу студента, основными ее направлениями являются:

- самостоятельное изучение и конспектирование отдельных вопросов дисциплины;
- развитие и закрепление отдельных наиболее важных разделов и тем курса.

Структура затрат часов на самостоятельную работу следующая:

- Изучение и конспектирование отдельных вопросов дисциплины – 18 часов;
- Оформление практических работ – 4 часа;
- Подготовка к зачету – 2 часа;

Итого – 24 часа

Отчеты по практическим заданиям оформляются на листах формата А4, включают в себя титульный лист, задание, решение. Если работа сделана неправильно или не соблюдены требования нормативных документов, она возвращается обратно на доработку с указанием ошибок.

## **6. Информационно-образовательные технологии**

Рекомендации для преподавателя по использованию информационно-образовательных технологий содержатся в «Положении об организационных формах и технологиях образовательного процесса в НТИ НИЯУ МИФИ».

При реализации программы дисциплины «Основы надежности технических систем» используются различные образовательные технологии. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и практических занятий, в ходе выполнения которых студенты выполняют задания совместно с преподавателем, при этом у них формируются необходимые умения.

Для повышения уровня подготовки студентов в течение семестра организуются консультации (как очные, так и онлайн на платформе ZOOM), во время которых проводится разъяснение сложных для понимания вопросов теоретического курса и практических задач, принимаются задолженности и контролируется ход выполнения самостоятельных работ.

## **7. Средства для контроля и оценки**

Для оценки достижений студента используется балльно-рейтинговая система. Для текущей аттестации используются материалы фонда оценочных средств (ФОС).

Итоговый контроль освоения дисциплины проводится в форме зачета. К зачету допускаются студенты, выполнившие все практические задания, предусмотренные программой (с составлением отчета). Зачет ставится за полный ответ на теоретический вопрос курса и правильное решение практической задачи.

Теоретические вопросы по дисциплине и варианты практических задач приведены в УМКД.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **8.1. Основная литература**

8.1.1 Дорохов А.Н. Обеспечение надежности сложных технических систем / А.Н. Дорохов, В.А. Керножицкий, А.Н. Миронов [и др.]. — СПб.: Лань, 2011. — 349 с. Электронный документ, точка доступа ЭБС «Лань».

8.1.2 Лисунов Е.А. Практикум по надежности технических систем. — СПб.: Лань, 2015. — 240 с. Электронный документ, точка доступа ЭБС «Лань».

### **8.2. Дополнительная литература**

8.2.1 Острейковский В.А. Теория надежности – М.: Высшая школа, 2003. – 463 с.

8.2.2 Проников А.С. Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.

8.2.3 Решетов Д.Н. Работоспособность и надежность деталей машин. – М.: Высшая школа, 1974. – 206 с.

8.2.4 Кирдеев Ю.П., Корнилова А.В. Обеспечение надежности машин. М.: Изд-во МГТУ «Станкин», 2002. – 148 с.

8.2.5 Айвазян С.А. Статистическое исследование зависимостей. – М.: Металлургия, 1968. – 227 с.

8.2.6 Александровская Л. Н., Афанасьев А. П., Лисов А. А. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем. – М.: Логос, 2003. – 208 с.

8.2.7 Александровская Л. Н., Теоретические основы испытаний и экспериментальная обработка сложных технических систем. – М.: Логос, 2003. – 736 с.

8.2.8 РД 50-690-89. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным.: Методические указания. – М: Издательство стандартов, 1990. – 132 с.

8.2.9 Хазов Б. Ф. Справочник по расчету надежности машин на стадии проектирования. – М.: Машиностроение, 1986. – 224 с.

8.2.10 Кузнецов Н. Д. Технологические методы повышения надежности деталей машин. справочник / – М.: Машиностроение, 1992. - 304 с.

### **8.3. Методическое обеспечение**

8.3.1 Лагуткин С.В. Физика отказов. Учебное пособие по курсу «Основы надежности технических систем» для студентов специальности 151001 «Технология машиностроения» очной формы обучения. Новоуральск: НГТИ, 2006. – 11 с.

### **8.4. Информационное обеспечение**

1. <https://nti.mephi.ru/>
2. ЭБС «Лань»
3. ЭБС «IPRbooks».
4. ЭБС IQ lib на 192.168.0.4

## **9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

В процессе изучения курса студенты на лекциях получают раздаточный материал, представляющий собой выдержки основных справочных данных, используемых при расчетах.

На практических занятиях каждый студент получает индивидуальное задание для выполнения.

## Приложение А

### Перечень вопросов по теоретической части курса «Основы надежности технических систем»

1. Основные понятия и определения надежности.
2. Значение проблемы надежности для современной техники.
3. Классификация отказов и причины их возникновения.
4. Составляющие и экономическая целесообразность надежности.
5. Основные показатели надежности.
6. Количественные показатели безотказности. Статистические и вероятностные оценки.
7. Основные понятия теории вероятностей.
8. Основные правила теории вероятностей: теоремы сложения и умножения вероятностей, гипотеза Байеса (формула вероятностей гипотез).
9. Показатели безотказности: вероятность безотказной работы (статистическая оценка и вероятностное определение).
10. Показатели безотказности: плотность распределения отказов (статистическая оценка и вероятностное определение).
11. Показатели безотказности: интенсивность отказов (статистическая оценка и вероятностное определение).
12. Уравнение связи показателей надежности.
13. Числовые характеристики безотказности невосстанавливаемых объектов.
14. Общие понятия о моделях надежности.
15. Статистическая обработка результатов испытаний: постановка задачи, формирование статистического ряда.
16. Статистическая обработка результатов испытаний: расчет эмпирических функций.
17. Статистическая обработка результатов испытаний: расчет статистических оценок числовых характеристик.
18. Статистическая обработка результатов испытаний: выбор закона распределения, расчет критерия согласия.
19. «Вероятностная бумага»: построение и использование.
20. Нормальный закон распределения наработки до отказа. Нормированное распределение.
21. Экспоненциальное распределение наработки до отказа.
22. Логарифмически нормальное распределение наработки до отказа.
23. Гамма-распределение наработки до отказа.
24. Распределение Стьюдента и  $\chi^2(m)$ .
25. Испытания по схеме «Нагрузка – Прочность».
26. Испытания по схеме «Успех – Отказ».
27. Статистика многомерных зависимостей: уравнение регрессии, коэффициент корреляции, доверительные границы.
28. Классификация сложных систем и определение их надежности.
29. Виды резервирования, их характеристика и эффективность.
30. Постоянное резервирование систем.
31. Резервирование систем замещением.
32. Резервирование систем путем применения накопителей.
33. Физика отказов: законы изменения свойств материалов, виды взаимодействия процессов старения.
34. Физика отказов: классификация процессов старения.
35. Изнашивание: классификация, основные закономерности и составляющие процесса.
36. Методы повышения износостойкости машин.
37. Испытания на надежность: классификация видов и методов.
38. Испытания на надежность: объекты испытаний.
39. Ускоренные испытания на надежность.
40. Основные пути повышения надежности.