

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы магистратуры  
по направлению подготовки  
15.04.06 Мехатроника и робототехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Надежность приводов в робототехнических комплексах**

Направление подготовки: 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль): Роботы и робототехнические системы

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 6216  
Подписал: заведующий кафедрой Неклюдов Алексей  
Николаевич  
Дата: 01.06.2022

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение методов анализа надежности и качества машин на основе статистических данных;
- изучение методов обеспечения надежности на этапах проектирования изготовления и эксплуатации.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- формирование у обучающегося компетенций в области обеспечения надежности машин, необходимых при их проектировании, модернизации и в сфере эксплуатации.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-11** - Готов осуществлять контроль, обслуживание и обеспечение надежности и безопасности оборудования мехатронных и робототехнических систем.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Владеть:**

- способностью осуществлять анализ научно-технической информации.

### **Знать:**

- основные современные достижения в области надежности РТК.

### **Уметь:**

- использовать основные методы решения проблем производства, модернизации и ремонта робототехнических комплексов с учетом требований надежности.

## 3. Объем дисциплины (модуля).

### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 9 з.е. (324 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами,

привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов		
	Всего	Семестр	
		№2	№3
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	80	32	48
В том числе:			
Занятия лекционного типа	48	16	32
Занятия семинарского типа	32	16	16

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 244 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Содержание, задачи дисциплины и значение ее для работы в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере. Рассматриваемые вопросы: -основные понятия; -термины и определения теории надежности; - связь с общетехническими и смежными дисциплинами.
2	Причины, процессы и последствия ухудшения состояния элементов технических систем. Рассматриваемые вопросы: - понятие о трении и износе в деталях машин; - простой машин. как доминирующий фактор последствий отказа.
3	Физико-химические процессы разрушения материалов

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Рассматриваемые вопросы: - физические причины разрушения материалов; - химические причины разрушения материалов
4	Основные закономерности процессов ухудшающих техническое состояние машин. Рассматриваемые вопросы: - основные периоды жизненного цикла машины.
5	Классификация отказов элементов технических систем. Рассматриваемые вопросы: - виды состояний технических систем в эксплуатации. - отказы внезапные и постепенные.
6	Оценка режимов эксплуатации механизмов и машин Рассматриваемые вопросы: - основные показатели оценки режимов эксплуатации.
7	Трибологические отказы в деталях машин. Рассматриваемые вопросы: - схватывание и заедание поверхностей при трении.
8	Коррозийное изнашивание. Кавитационное изнашивание. Рассматриваемые вопросы: - коррозия в деталях машин; - кавитация в деталях машин.
9	Эрозионное изнашивание. Изнашивание при фреттинг-коррозии. Рассматриваемые вопросы: - понятие эрозии в деталях машин; - фреттинг-коррозия в деталях машин.
10	Водородное изнашивание. Электроэрозионное изнашивание. Рассматриваемые вопросы: - воздействие водорода на детали машин; - электроэрозионное изнашивание в деталях машин.
11	Отказы по параметрам прочности. Рассматриваемые вопросы: - усталостная прочность в деталях машин.
12	Теоремы теории вероятностей, применяемые в исследовании надежности. Рассматриваемые вопросы: - случайные величины, и их числовые характеристики.
13	Основные законы распределения случайных величин. Рассматриваемые вопросы: - экспоненциальный закон; - нормальный закон; - закон Вейбулла.
14	Показатели надежности восстанавливаемых элементов. Рассматриваемые вопросы: - коэффициент готовности; - коэффициент технического использования.
15	Надежность технических систем в период нормальной эксплуатации. Рассматриваемые вопросы: - основные факторы появления отказов в период нормальной эксплуатации.
16	Надежность технических систем в период возникновения постепенных отказов. Рассматриваемые вопросы: - основные факторы влияющие на надежность период возникновения постепенных отказов.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
17	<p>Определение проектной надежности технических систем с последовательным и параллельным соединениями элементов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- последовательное соединение элементов;</li> <li>- параллельное соединение элементов;</li> <li>- резервирование.</li> </ul>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Оценка однородности статистической информации о надежности технических систем.</p> <p>В результате выполнения практического задания рассматривается исключение случайных промахов из массива статистических данных.</p>
2	<p>Определение параметров случайных величин, характеризующих надежность технических систем.</p> <p>В результате выполнения практического задания рассматривается метод наименьших квадратов.</p>
3	<p>Определение параметров законов распределения отказов в период нормальной эксплуатации (период преимущественно внезапных отказов).</p> <p>В результате выполнения практического задания рассматривается использование экспоненциального закона.</p>
4	<p>Определение параметров законов распределения отказов в период проявления постепенных отказов.</p> <p>В результате выполнения практического задания рассматривается использование нормального закона и закона Вейбулла.</p>
5	<p>Анализ надежности технических систем при совместном действии внезапных и постепенных отказов.</p> <p>В результате выполнения практического задания рассматривается использование совместного действия экспоненциального и нормального законов.</p>
6	<p>Анализ надежности механических узлов и металлоконструкций технических систем на этапе проектирования.</p> <p>В результате выполнения практического задания рассматривается анализ факторов влияющих на долговечность механических узлов и металлоконструкций машин.</p>
7	<p>Анализ надежности гидравлических приводов строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин.</p> <p>В результате выполнения практического задания рассматривается анализ факторов, влияющих на долговечность агрегатов гидрообъемного привода машин.</p>
8	<p>Исследование надежности технических систем при методе рационального распределения нормируемых показателей надежности по элементам.</p> <p>В результате выполнения практического задания рассматривается методы нормирования надежности на этапе проектирования машины.</p>

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Обработка статистической информации по наработке на отказ технической системы с обеспечением ее однородности по методу Ирвина (самостоятельное изучение).
2	Овладение методами определения моментов распределения величин, характеризующих надежность технических систем (самостоятельное изучение).
3	Овладение методом подбора математических законов распределения случайных величин, характеризующих надежность технических систем (самостоятельное изучение).
4	Определение графоаналитическим методом параметров законов распределения случайных величин, характеризующих надежность технических систем в период возникновения постепенных отказов (самостоятельное изучение).
5	Овладение методами расчетного и графического определения параметров распределения наработки на отказ технической системы в период совместного действия внезапных и постепенных отказов (самостоятельное изучение).
6	Овладение методами расчетного определения проектной надежности механических узлов и металлоконструкций технических систем (самостоятельное изучение).
7	Изучение особенностей законов распределения отказов для гидравлических приводов (самостоятельное изучение).
8	Овладение способом расчетного анализа надежности технических систем при методе рационального распределения нормируемых показателей надежности по элементам (самостоятельное изучение).
9	Мотивационные механизмы инноваций (закрепление материала).
10	Выполнение курсовой работы.
11	Подготовка к промежуточной аттестации.
12	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Определение характеристик надежности гидравлических агрегатов
2. Методы анализа и оценка условий работы гидравлических агрегатов
3. Надежность насосов и гидромоторов
4. Надежность гидроцилиндров
5. Надежность клапанов
6. Надежность распределителей
7. Долговечность гидравлических агрегатов
8. Анализ внезапных отказов в гидросистемах
9. Анализ постепенных отказов в гидросистемах
10. Обеспечение надежности гидроагрегатов на этапе проектирования
11. Прочностная надежность элементов гидропривода

12. Обеспечение надежности и долговечности гидроагрегатов на этапе серийного производства
13. Неисправности прецизионных пар гидроагрегатов
14. Влияние конструкционных факторов на работоспособность и повреждаемость узлов и агрегатов гидропривода
15. Влияние технологических факторов на работоспособность и повреждаемость узлов и агрегатов гидропривода
16. Влияние эксплуатационных факторов на работоспособность и повреждаемость узлов и агрегатов гидропривода
17. Количественные показатели надежности приводов
18. Методы расчета надежности гидроприводов
19. Резервирование в гидроприводах
20. Методы обеспечения надежности гидроприводов машин
21. Оценка и прогнозирование надежности механических приводов
22. Сбор и обработка статистических данных по износным отказам элементов механических приводов
23. Схемный анализ надежности механических приводов
24. Анализ и прогнозирование надежности при наличии отказов нескольких типов
25. Методы проверки принятия гипотезы о законах распределения.
26. Математические модели отказов машин и конструкций
27. Модели накопления повреждений в приводах машин
28. Прогнозирование показателей безопасности и риска
29. Прогнозирование остаточного ресурса машин и конструкций.
30. Испытания машин и элементов на надежность
31. Управление качеством и надежностью машин
32. Изменение кинематических параметров механических узлов и агрегатов при износе

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Щурин, К. В. Надежность машин : учебное пособие / К. В. Щурин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. —	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/206744">https://e.lanbook.com/book/206744</a>

	592 с. — ISBN 978-5-8114-3748-1.	(дата обращения: 05.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Гринчар Н.Г. Надежность гидроприводов строительных, путевых и подъемно-транспортных машин: учебник. — М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. — 368 с.	Режим доступа: <a href="http://umczdt.ru/books/352/228008/">http://umczdt.ru/books/352/228008/</a> - Загл. с экрана.
3	Гринчар, Н.Г. (под ред.) Основы надежности транспортно-технологических машин: учебное пособие — Москва: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2021. — 504 с.	URL: <a href="http://umczdt.ru/books/34/251694/">http://umczdt.ru/books/34/251694/</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Сугак, Е. В. Прикладная теория надежности. Практикум / Е. В. Сугак. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 312 с. — ISBN 978-5-507-44697-1.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/266804">https://e.lanbook.com/book/266804</a> (дата обращения: 05.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Николаев, А. К. Надежность горных машин и оборудования : учебное пособие для вузов / А. К. Николаев, С. Л. Иванов, В. В. Габов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 100 с. — ISBN 978-5-8114-9150-6.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/187692">https://e.lanbook.com/book/187692</a> (дата обращения: 05.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Березкин, Е. Ф. Надежность и техническая диагностика систем : учебное пособие / Е. Ф. Березкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 260 с. — ISBN 978-5-8114-3375-9.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/206369">https://e.lanbook.com/book/206369</a> (дата обращения: 05.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7	Обеспечение надежности сложных технических систем : учебник / А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов, О. Л. Шестопалова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1108-5.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/209894">https://e.lanbook.com/book/209894</a> (дата обращения: 05.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8	Основы работоспособности технических систем: Учебник для вузов Зорин В.А. Учебник М.: ООО «Магистр-пресс» , 2005 - 536 с.	НТБ (уч.1); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2); НТБ (чз.4)

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>)

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>)

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>)

Общие информационные, справочные и поисковые «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru/>)

«Гарант» (<http://www.garant.ru/>)

Главная книга (<https://glavkniga.ru/>)

Электронно-библиотечная система издательства (<http://e.lanbook.com/>)

Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru/) (<http://ibooks.ru/>)

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Office.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключенным к сетям INTERNET.

2. Программное обеспечение для создания текстовых и графических документов, презентаций.

3. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

4. Для проведения тестирования: компьютерный класс.

5. Локальная компьютерная сеть с выходом в глобальную сеть Internet.

6. Мультимедийная установка с комплектом обучающих программ дисплейный класс кафедры «НТТС».

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен во 2 семестре.

Зачет в 3 семестре.

Курсовая работа в 3 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

## Авторы

Профессор, доцент, д.н. кафедры  
«Наземные транспортно-  
технологические средства»

Гринчар Николай  
Григорьевич

## Лист согласования

Заведующий кафедрой НТТС  
Председатель учебно-методической  
комиссии

А.Н. Неклюдов

С.В. Володин