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 - программа бакалавриата
по направлению подготовки
15.03.06 Мехатроника и робототехника,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основы надежности робототехнических комплексов и мехатронных систем

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль): Автоматизация и роботизация технологических процессов

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 ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 610876
Подписал: заведующий кафедрой Григорьев Павел Александрович
Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- формирование у обучающихся определённого состава компетенций, которые базируются на характеристиках будущей профессиональной деятельности;

- функционально-ориентированная целевая направленность рабочей учебной программы непосредственно связана с результатами, которые обучающиеся будут способны продемонстрировать по окончании изучения учебной дисциплины.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- расширение и углубление знаний о математических методах в теории надежности, методах обеспечения надежности на этапе разработки документации;

- освоение методики конструирования и создания надежных робототехнических комплексов (РТК) и мехатронных систем;

- изучение методов обеспечения надежности при планировании испытаний опытных образцов и наблюдений в процессе эксплуатации машин.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-1 - Способен осуществлять разработку конструкторской документации на специализированное оборудование мехатронных и робототехнических систем.

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

Знать:

- нормативные документы, регламентирующие применение теории надёжности в расчетах техники;

- методы оценки надёжности машины как технической системы;

- критерии работоспособности и предельного состояния деталей машин и элементов мехатронных модулей робототехнических комплексов;

- правила и способы сбора и обработки первичной статистической информации при эксплуатации машин, способы организации испытаний на надёжность и особенности их планирования;

- методы расчета проектной надежности деталей машин и элементов мехатронных модулей робототехнических комплексов и способы распределения уровней надежности по элементам.

Уметь:

- определять точечные оценки параметров надёжности элементов мехатронных модулей робототехнических комплексов;
- определять интервальные оценки параметров вероятностных моделей отказов;
- определять надёжность систем с приводимой структурной схемой;
- анализировать надёжность машины как системы.

Владеть:

- методами определения параметров моделей надёжности деталей машин и элементов мехатронных модулей робототехнических комплексов;
- методами проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных модулей робототехнических комплексов с учетом требований надёжности;
- методами прогнозирования уровня проектной надежности отдельных устройств и подсистем мехатронных модулей робототехнических комплексов.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 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 №5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	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 60 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	Факторы и физические процессы ухудшения состояния машин при эксплуатации. Рассматриваемые вопросы: - факторы: нагрузочные, внешней среды, субъективный и др.; - изнашивание деталей элементов РТК, - старение конструкционных и эксплуатационных материалов; - поверхностная коррозия; - усталость конструкционных материалов; - накопление эксплуатационных повреждений.
2	Виды стратегий обеспечения работоспособности машин и РТК. Рассматриваемые вопросы: - виды состояний машин в эксплуатации; - критерии предельного состояния основных элементов машин; - классификация отказов элементов машин.
3	Законы распределения случайных величин, применяемые в расчетах надежности машин. Рассматриваемые вопросы: - основные теоремы теории вероятностей; - характеристика законов распределения, применяемых в исследовании и расчетах надежности машин; - основные моменты законов распределения, применяемых в исследовании и расчетах надежности машин.
4	Определение показателей надежности машин и РТК. Рассматриваемые вопросы: - показатели надежности невосстанавливаемых элементов машин; - показатели надежности восстанавливаемых элементов машин; - методы определения показателей надежности машин.
5	Надежность машин и РТК в период нормальной эксплуатации и в период возникновения постепенных отказов. Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- характеристика надежности машин в жизненом цикле; - параметры надежности машин в период «нормальной» эксплуатации; - параметры надежности машин период возникновения «постепенных» отказов; - параметры надежности машин в период «нормальной» эксплуатации при одновременном возникновении «постепенных» отказов.
6	Методы получения, обработки информации о надежности машин и РТК в процессе их экплуатации, испытаний. Рассматриваемые вопросы: - выбор плана наблюдений по надежности машин; - определение параметров точности определения параметров надежности машин.
7	Выбор теоретических законов эмпирического распределения показателей надежности. Рассматриваемые вопросы: - определение числа объектов наблюдений при известном априори законе распределения параметров надежности; - определение числа объектов наблюдений при неизвестном законе распределения параметров надежности; - критерии выбора теоретических законов эмпирического распределения показателей надежности.
8	Первичная обработка результатов наблюдений по надежности машин. Рассматриваемые вопросы: - организация сбора данных о надежности машин; - проверка однородности статистических данных о надежности машин; - правила построения гистограмм и эмпирических кривых по данным о надежности.
9	Проверка согласия эмпирического распределения показателей надежности с теоретическим. Рассматриваемые вопросы: - общая характеристика методов оценки и критериев согласия эмпирического распределения с теоретическим; - особенности применения критерия Пирсона; - особенности применения критерия Колмогорова; - особенности применения критерия Мизеса.
10	Расчет показателей надежности машин на основе наблюдений. Рассматриваемые вопросы: - расчет показателей надежности машин параметрическим способом: методом моментов и методом максимального правдоподобия; - расчет показателей надежности машин непараметрическим способом.
11	Расчет проектных показателей надежности элементов машин по заданным критериям. Рассматриваемые вопросы: - расчет вероятности безотказной работы несущих элементов и крепежных элементов металлокон-струкций машин и РТК; - расчет вероятности безотказной работы валов машин и РТК.
12	Расчет проектных показателей надежности элементов машин по заданным критериям. Рассматриваемые вопросы: - расчет вероятности безотказной работы подшипников качения; - расчет вероятности безотказной работы соединительных элементов.
13	Расчет проектных показателей надежности элементов машин по заданным критериям.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Рассматриваемые вопросы: - расчет вероятности безотказной работы зубчатого зацепления на контактную выносливость; - расчет вероятности безотказной работы зубчатого зацепления на изгибную выносливость; - расчет суммарной вероятности безотказной работы зубчатого зацепления.
14	Способы распределения нормируемых показателей надежности по элементам технических систем. Рассматриваемые вопросы: - способ равномерного распределения; - способ рационального распределения; - способ пропорционального распределения; - способ распределения с учетом их относительной «уязвимости» элементов.
15	Методы расчета надежности технических систем при нормальном распределении нагрузки по элементам. Рассматриваемые вопросы: - структурные схемы надежности элементов и машин в целом; - расчет структурной надежности машин.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Оценка однородности статистической информации о надежности машин. При выполнении практического занятия производится оценка однородности статистической информации о надежности машин по двум критериям: Ирвина и Н.В. Смирнова. Формируется заключение о применимости этих критериев к оценке надежности по разным параметрам.
2	Анализ согласия опытного распределения показателей надежности машин с теоретическим (нормальный закон). При выполнении практического занятия на основании массива данных о надежности элементов РТК выполняются: вычисление среднего значения и средне квадратического отклоения; определение эмпирической частоты значений по интервалам размаха данных о надежности элементов РТК; вычисление квантили нормированного нормального распределения, плотности нормированного нормального распределения, расчетной вероятности и теоретической частоты по интервалам, критерия Пирсона; далее формируется вывод о применимости нормального закона для описания опытного распределения.
3	Анализ согласия опытного распределения показателей надежности машин с теоретическим (экспоненциальный закон). При выполнении практического занятия на основании массива данных о надежности элементов РТК выполняются: определение эмпирической частоты значений по интервалам размаха данных о надежности элементов РТК; вычисление расчетной вероятности и теоретической частоты по интервалам, критерия Пирсона; далее формируется вывод о применимости экспоненциального закона для описания опытного распределения.
4	Расчет надежности деталей механических узлов и металлоконструкций технических систем на этапе проектирования. При выполнении практического занятия назначается уровень статической нагрузки и средне квадратического отклонения на элемент металлоконструкции; находится для данного материала конструкции среднее значение и средне квадратическое отклоение предела прочности; вычисляется статический коэффициент запаса прочности, коэффициенты вариации нагрузки и предела

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	прочности; по квантили нормированного нормального распределения находится проектная вероятность безотказной работы заданного элемента металлоконструкции и формируется заключение о достаточности его надежности.
5	Расчет проектной надежности зубчатого зацепления по критерию изгибной выносливости. При выполнении практического занятия на основе результатов данных, полученных при расчете на изгиб, находят слабое звено из пары зацепления (шестеря или колесо); для слабого звена вычиляют статический коэффициент запаса прочности на изгиб, коэффициенты вариации действующей нагрузки и предела прочности; по квантили нормированного нормального распределения находится проектная вероятность безотказной работы слабого звена пары зацепления и формируется заключение о достаточности его надежности.
6	Расчет надежности технических систем при методе пропорционального распределе-ния нормируемых показателей надежности по элементам. При выполнении практического занятия на основе имеющихся интенсивностей отказов составных элементов вычисляются фактический параметр потока отказов системы в целом, весовые коэффициенты ненадежности каждого элемента, неоходимая величина параметра потока отказов системы исходя из заданного уровня вероятности безотказной работы системы в целом, по весовым коэффициентам требуемый уровень параметр потоков отказов каждого элнмента; формируются предложения по повышению надежности ненадежных элементов.
7	Расчет надежности технических систем при методе распределения нормируемых показателей надежности по элементам с учетом их относительной уязвимости. При выполнении практического занятия на основе имеющихся интенсивностей отказов, весовых коэффициентов уязвимости, относительного уровня временной загруженности составных элементов системы и требуемого уровня вероятности безотказной работы системы в целом вычисляются параметры потока отказов каждого элемента системы; и на основе этих данных вычисляются требуемые уровени безотказной работы каждого элемента; формируются предложения по повышению надежности ненадежных элементов.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение электронных материалов курса и учебной литературы.
2	Текущая подготовка к практическим занятиям.
3	Изучениие дополнительной литературы.
4	Выполнение курсовой работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Методы анализа и оценка условий работы гидравлических агрегатов элементов

РТК.

2. Обеспечение надежности гидроагрегатов на этапе проектирования элементов

РТК.

3. Влияние конструкционных факторов на работоспособность и повреждаемость узлов и агрегатов гидропривода РТК.

4. Влияние технологических факторов на работоспособность и повреждаемость узлов и агрегатов гидропривода РТК.

5. Влияние эксплуатационных факторов на работоспособность и повреждаемость узлов и агрегатов гидропривода элементов РТК.

6. Методы расчета надежности гидроприводов элементов РТК.

7. Оценка и прогнозирование надежности механических приводов элементов РТК.

8. Схемный анализ надежности механических приводов элементов РТК.

9. Методы проверки принятия гипотезы о законах распределения показателей надежности элементов РТК (по заданию).

10. Обеспечение надежности элементов РТК (по заданию) на этапе эксплуатации.

11. Статистические методы контроля качества элементов РТК (по заданию).

12. Определение потребности в запчастях элементов РТК (по заданию).

13. Методы обеспечения надежности механических приводов элементов РТС (по заданию).

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 - Изд-во. : Издательство "Лань", 2022. - 592 с.	URL:https://e.lanbook.com/book/206744 (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: непосредственный.
2	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: https://umczdt.ru/books/1195/251694/ (дата обращения: 05.03.2023). - Текст: электронный.

3	Сугак, Е. В. Прикладная теория надежности. Практикум / Е. В. Сугак. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 312 с. — ISBN 978-5-507-44697-1.	URL: https://e.lanbook.com/book/266804 (дата обращения: 05.03.2023). - Текст: электронный.
4	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: https://e.lanbook.com/book/206369 (дата обращения: 05.03.2023). - Текст: электронный.
5	Беломестных, В. А Надежность технических систем: Учебное пособие / В. А. Беломестных - Изд-во.: ИрГАУ, 2020. - 209 с.	URL: https://reader.lanbook.com/book/183491#204 (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
6	Диев, А. Е. Надежность строительных и дорожных машин: Учебное пособие: / А. Е. Диев - Изд-во. : Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского, 2010. - 139 с	URL:https://e.lanbook.com/book/155855 (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: непосредственный.

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/)

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

Microsoft Office (Word, PowerPoint).

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

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

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

3. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 5 семестре.
Экзамен в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, доцент кафедры «Наземные транспортно-технологические средства» В.И. Фомин

Согласовано:

Заведующий кафедрой РиТКнТ П.А. Григорьев

Председатель учебно-методической комиссии Н.А. Андриянова