

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 специалитета
по специальности
23.05.01 Наземные транспортно-технологические
средства,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Надёжность механических систем

Специальность: 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Специализация: Подъемно-транспортные машины и оборудование морских и речных портов

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: 1054812
Подписал: И.о. заведующего кафедрой Сахненко Маргарита Александровна
Дата: 01.06.2021

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью изучения дисциплины является освоение прикладных аспектов теории надежности механических систем.

Задачи дисциплины: изучение теоретических основ расчета надежности; изучение современных подходов к оценке надежности; освоение прикладных методов оценки надежности.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-4 - Способен проводить исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность при решении инженерных и научно-технических задач, включающих планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов ;

ПК-3 - Способен к планированию и проведению экспериментов и научных исследований на различных этапах жизненного цикла перегрузочного оборудования портов;

УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

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

Знать:

основные понятия, термины теории надежности, методы определения вероятностных характеристик эксплуатационных нагрузок и несущих

Уметь:

самостоятельно определять показатели надежности

Владеть:

вероятностными методами расчета деталей и узлов, методами повышения надежности сложных технических систем.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 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	Сем. №6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	84	84
В том числе:		
Занятия лекционного типа	34	34
Занятия семинарского типа	50	50

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 96 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	Введение элементы теории вероятности и математической статистики Предмет и задачи курса. Связь курса с общетехническими и специальными дисциплинами. Понятия случайного события и случайной величины. Законы и функции распределения случайных величин.
2	Основные термины надёжности Категории и показатели надёжности.
3	Физика и модели отказов Общие понятия о процессах и явлениях, приводящих к отказам. Виды распределений.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Экспоненциальное распределение. Нормальное и логарифмически нормальное распределение.
4	Теоретическое исследование надёжности. Причины отказов отдельных узлов и соединений. Оценка надёжности отдельных узлов и соединений. Основные подходы к оценке ресурса. Вероятностные методов оценки ресурса до стадии образования трещин
5	Экспериментальные исследования надёжности. Построение функций распределения показателей надёжности
6	Надёжность систем Надежность восстанавливаемых систем и невосстанавливаемых систем. Схемная надёжность. Построение дерева отказов
7	Управление надёжностью механических систем. Обеспечение надёжности на стадиях проектирования, производства и эксплуатации. Надежность восстанавливаемых систем и невосстанавливаемых систем. Оценка живучести элементов машин
8	Основы технической диагностики Виды неразрушающего контроля

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Оценка надежности отдельных узлов и соединений. На основании закона распределения характеристик нагруженности и несущеспособности оценивается вероятность безотказной работы узлов и соединений.
2	Расчет ресурса изделий по моменту образования трещины. На основании закона распределения характеристик нагруженности и несущеспособности оценивается ресурс с учетом линейной или скорректированной гипотез суммированных повреждений.
3	Расчет надежности невосстанавливаемых систем. На основании знания количества эксплуатирования деталей количество отказа и времени эксплуатации определяются вероятности отказавероятности безотказной работы чистота интенсивности отказа.
4	Расчет надежности восстанавливаемых систем. На основании среднего значения наработки до отказа времени технического обслуживания и ремонта определяются комплексные показатели надежности.
5	Определение потребностей в запасных частях. Планирование испытаний. На основании знания количества эксплуатировавшихся узлов, количество деталей и времени эксплуатации, определяется количество запасных частей на складе
6	Определение живучести деталей. Оценивается время развития трещины в заданном элементе конструкции.
7	Структурных схем для оценки надёжности. Составление структурных схем для оценки надёжности.
8	Дерево отказов Построение дерева отказов на основании вероятности безотказной работы (вероятность отказа) отдельных элементов системы и логического развития событий отказа системы.
9	Статистический анализ в прогнозировании отказов Методы сбора информации для статистического анализа. Определение закона распределения времени наработки на отказ

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	<p>- подготовка к практическим занятиям</p> <p>1) Расчет надежности невозстанавливаемых систем. На основании знания количества эксплуатации деталей количество отказа и времени эксплуатации определяются вероятности отказа вероятности безотказной работы чистота интенсивности отказа.</p> <p>2) Расчет надежности восстанавливаемых систем. На основании среднего значения наработки до отказа времени технического обслуживания и ремонта определяются комплексные показатели надежности.</p> <p>3) Определение потребностей в запасных частях. Планирование испытаний. На основании знания количества эксплуатировавшихся узлов, количество деталей и времени эксплуатации, определяется количество запасных частей на складе</p> <p>4) Оценка надежности отдельных узлов и соединений. На основании закона распределения характеристик нагруженности и несущеспособности оценивается вероятность безотказной работы узлов и соединений.</p> <p>5) Расчет ресурса изделий по моменту образования трещины. На основании закона распределения характеристик нагруженности и несущеспособности оценивается ресурс с учетом линейной или скорректированной гипотез суммированных повреждений.</p> <p>6) Составление структурных схем для оценки надёжности. Определение живучести деталей.</p> <p>7) Оценивается время развития трещины в заданном элементе конструкции. Составляется структурная схема для оценки надежности целого узла.</p>
2	<p>- проработка учебной литературы по дисциплине (подготовка к тестированию и устному опросу)</p> <p>1) Перечислить свойства надежности машин и их составных частей</p> <p>2) В каких технических состояниях могут находиться объекты в процессе эксплуатации?</p> <p>3) Укажите временные понятия в области надежности?</p> <p>5) Какие комплексные показатели используются для полной оценки надежности?</p> <p>8) В каких случаях наблюдаются пластические деформации?</p> <p>9) Когда возникает усталое разрушение?</p> <p>10) В каких случаях происходят хрупкие разрушения?</p> <p>11) Дать определение безотказности.</p> <p>12) Дать определение долговечности.</p> <p>15) Каким законом описывается распределение отказов, связанных с процессом накопления повреждений при износе, нагружении при переменных нагрузках, коррозии</p> <p>16) Каким законом описывается распределение внезапных отказов?</p> <p>19) Какой из методов оценки работоспособности детали даёт возможность оценить длительность её работы?</p> <p>20) Что такое ?% ресурс?</p> <p>21) Какие условия необходимо рассмотреть прежде, чем приступить к решению задачи по оценке надежности её работы</p> <p>22) Чем вызывается случайный характер действующих нагрузок на детали?</p> <p>23) Чем вызывается случайный характер прочностных характеристик металла деталей крановых конструкций?</p> <p>24) Зачем необходимо рассчитывать время развития трещин в изделии?</p> <p>а) Чтобы определить живучесть и назначить интервал следующего технического диагностирования.</p> <p>26) Когда возникает коррозионное растрескивание (коррозия под напряжением)?</p> <p>27) Когда возникает коррозионно-усталое разрушение?</p> <p>28) Когда возникает усталое выкрашивание?</p> <p>29) Когда возникает абразивное изнашивание?</p> <p>30) Когда возникает контактное изнашивание?</p>

№ п/п	Вид самостоятельной работы
	31) Что такое фреттинг - коррозия? 33) Критерии надежности восстанавливаемых систем? 34) Что такое технический ресурс? 36) В каких единицах изменяется ресурс 37) Что такое структурная (схемная) надежность?
3	<p>- подготовка к зачету</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Законы и функции распределения случайных величин. Интегральная и дифференциальная функция. Многоугольник и гистограмма распределения. 2. Основные термины. Понятие исправного, неисправного, работоспособного и неработоспособного состояния. 3. Понятие ресурса, срока службы, назначенного технического ресурса, резервирование, нагруженный и ненагруженный резерв. 4. Показатели безотказности. Классификация отказов по последствиям, по времени, по причинам. Частота и интенсивность потока отказов. 5. Показатели долговечности, средний и ? % ресурс, назначений и технический ресурс. Функция распределения ресурса. 6. Показатели сохраняемости и ремонтпригодности. Средняя и ? % и функции сроков хранения и времени восстановления. 7. Комплексные показатели надёжности. Коэффициент готовности, коэффициент технического использования, коэффициент восстановления, технический риск. 8. Дефекты, возникающие при нарушении критерия прочности . Характеристики видов вязкого и хрупкого разрушения, усталостного разрушения, коррозионного растрескивания, коррозионно-усталостного разрушения. 9. Дефекты, возникающие при нарушении критерия износостойкости, характеристики видов механического, абразивного, коррозионно-механического, механического усталостного, молекулярно-механического изнашивания, коррозионно-механического изнашивания. 10. Экспоненциальный закон распределения $f(t) = e^{-t}$ $P(t) = e^{-t}$ 11. Модели возникновения внезапных отказов (неизменное значение предельного состояния и изменение во времени силового фактора или изменение во времени силового фактора и предельного состояния). График интенсивности отказов. 12. Нормальное распределение. Логарифмически нормальное распределение. Усечённое нормальное распределение Модели формирования постепенного отказа без рассеяния и при рассеянии начальных параметров. 13. Надёжность невозстанавливаемых систем. Вероятность безотказной работы. Вероятность отказа. Частота отказа, интенсивность отказа. Средняя наработка на отказ. Вероятность отказа системы с параллельным и последовательным соединениями элементов. 14. Понятие резервирования. Структурная и функциональная избыточность. Общий и отдельный резерв. Нагруженный и ненагруженный резерв. 15. Надёжность восстанавливаемых систем. Параметр потока отказов. <p>Средняя наработка на отказ. Коэффициент готовности, коэффициент технического использования.</p> <ol style="list-style-type: none"> 16. Обеспечение надёжности на стадии проектирования, эскизный проект, технический проект. Конструктивные способы обеспечения надёжности. Принципы минимизации, резервирования, модульности, ограничения опасных последствий. 17. Технологические и эксплуатационные способы обеспечения надёжности. Периоды эксплуатации. Схема изменения потока отказов при профилактических мероприятиях.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
	18. Структурная (схемная надёжность). Вероятность безотказной работы системы с последовательным и параллельными соединениями элементов. Оценка надёжности системы с постепенными отказами. Диапазон изменения вероятности безотказной работы системы. 19. Расчёт надёжности (вероятность безотказной работы отдельных деталей и узлов). 20. Расчёт ресурса деталей машины по критерию усталостной прочности с учётом вероятности разрушения. Принципы расчёта на прочность, метод допустимых напряжений и запасов, метод предельных состояний, расчёт ресурса. 21. Оценка живучести элементов металлоконструкций. 22. Техническая диагностика. Диагностика параметров, работоспособное и неработоспособное состояние, определение работоспособности. Ультразвуковые, радиационные, электромагнитные (вихревые), магнитопорошковые, капиллярные визуальные методы.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Надёжность механических систем О. В. Леонова Учебное пособие Москва : Альтаир-МГАВТ , 2015	URL: https://znanium.com/catalog/product/537744 (дата обращения: 16.02.2024).
2	Леонова, О.В. Надёжность механических систем [Электронный ресурс] : Методические рекомендации / О.В. Леонова. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2015. - 64 с. - Текст : электронный.	URL: https://znanium.com/catalog/product/537750 (дата обращения: 16.02.2024)

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

Электронно-библиотечная система «znanium.com» (учебно-методические материалы и литература) <http://znanium.com/> Государственная публичная научно-техническая библиотека <http://www.gpntb.ru> Надёжность в технике. Полнотекстовые <http://www.vniiki.ru> Всероссийский институт научной и технической информации <http://www.viniti.ru>

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

Операционная система

Для изучения всех разделов учебного курса.

Пакет программ Microsoft Office 2007 или выше.

Для изучения всех разделов учебного курса.

Программа просмотра файлов в формате PDF – Adobe Acrobat Reader.

Для просмотра электронной литературы и справочных материалов в указанном выше формате.

Для изучения всех разделов учебного курса.

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

Лаборатория «Машины непрерывного транспорта и теория машин и механизмов , детали машин и робототехники (МНТ и ТММ и ДМ и Р)» (ауд. П-104)

Редуктора:

Двухступенчатые цилиндрические

Двухступенчатые коническо- цилиндрические

Двухступенчатые червячно-цилиндрические

Стенды настенные

Дефекты в деталях машин, подшипники качения и скольжения, цепи, соединения детали машин.

Узлы, конструкции, детали

Узлы и детали машин общего назначения

Лаборатория «Системы автоматизированного проектирования(САПР)» (ауд. П-114)

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

профессор, профессор, к.н. кафедры
«Портовые подъемно-транспортные
машины и робототехника» Академии
водного транспорта

О.В. Леонова

Согласовано:

и.о. заведующего кафедрой ВППиПО
Председатель учебно-методической
комиссии

М.А. Сахненко

А.А. Гузенко