Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Гусеничные машины и прикладная механика»

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по образовательной и
международной деятельности
_____ / А.А. Кирсанкин/
«____»_____ 2026 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

НАДЕЖНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

образовательной программы высшего образования –
программы специалитета
23.05.02 – Транспортные средства специального назначения

Специализация
Военные гусеничные и колесные машины

Формы обучения: очная

Курган 2026

Рабочая программа дисциплины «Надежность транспортных средств специального назначения» составлена в соответствии с учебным планом по программе специалитета «Транспортные средства специального назначения» («Военные гусеничные и колесные машины»), утвержденным для очной формы обучения 26.06.2026г.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Гусеничные машины и прикладная механика» 02.07.2026г., протокол № 10.

Рабочую программу составили:
д.т.н., профессор И.А. Тараторкин

Согласовано:
Заведующий кафедрой
«Гусеничные машины и прикладная механика» В.Б. Держанский

Специалист по учебно-методической работе
учебно-методического отдела Г.В. Казанкова

Начальник Управления образовательной
деятельности И.В. Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 3 зачетных единицы трудоемкости (108 академических часа)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		9
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:	**56**	**56**
Лекции	28	28
Лабораторные работы	28	28
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	**52**	**52**
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	25	25
Вид промежуточной аттестации	**экзамен**	**экзамен**
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	**108**	**108**

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Надежность транспортных средств специального назначения» относится к части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

Дисциплина «Надежность транспортных средств специального назначения» направлена на изучение основных расчетных моделей оценки надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых технических объектов. В процессе изучения дисциплины акцентируется внимание на универсальности предлагаемых моделей, возможности приложения их в различных областях техники.

Поскольку базой основных понятий и моделей надежности являются модели теории вероятностей, недостаточно или не всегда изучаемые обучающимися, курс лекций содержит приложение с необходимыми сведениями из теории вероятностей.

Изучение дисциплины «Надежность транспортных средств специального назначения» играет важную роль в подготовке специалиста.

Освоение обучающимися дисциплины «Надежность транспортных средств специального назначения» опирается на знания, умения, навыки и компетенции, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин:

- Математика;
- Физика;
- Конструкция транспортных средств специального назначения;
- Проектирование транспортных средств специального назначения;
- Теория движения транспортных средств специального назначения.
- Эксплуатация, диагностика, ремонт и утилизация транспортных средств специального назначения.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины «Надежность транспортных средств специального назначения», являются необходимыми для выполнения выпускной квалификационной работы в части оценки надежности проектируемых систем транспортных средств специального назначения.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью изучения дисциплины «Надежность транспортных средств специального назначения» является подготовка специалистов, владеющих методами обеспечения надежности изделий отрасли на различных стадиях проектирования, производства и эксплуатации; способных планировать, организовывать и проводить испытания ТССН; знающих особенности сертификации материалов, технологических процессов и технических средств в области производства ТССН.

Задачей освоения дисциплины «Надежность транспортных средств специального назначения» является изучение основ обеспечения надежности транспортных средств специального назначения.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- ОПК-5. Способен применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов;
- ПК-5. Способен разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, модернизации и ремонта транспортных средств специального назначения, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности;
- ПК-9. Способность сравнивать по критериям оценки проектируемые узлы и агрегаты с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, экологичности и конкурентоспособности;
- ПК-11. Способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации транспортных средств специального назначения.

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Надежность транспортных средств специального назначения», оцениваются при помощи оценочных средств.

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Надежность транспортных средств специального назначения», индикаторы достижения компетенций ОПК-5; ПК-5, ПК-9, ПК-11, перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1.	ИД-1$_{ОПК-5}$	Знать: способы применения инструментария формализации инженерных, научно-технических задач, использования прикладного программного обеспечения при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов	З (ИД-1$_{ОПК-5}$)	Знает: способы применения инструментария формализации инженерных, научно-технических задач, использования прикладного программного обеспечения при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов	Вопросы для сдачи экзамена
2.	ИД-1$_{ОПК-5}$	Уметь: применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических	У (ИД-1$_{ОПК-5}$)	Умеет: применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических	Вопросы для сдачи экзамена

		задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов		задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов	
3.	ИД-1$_{ОПК-5}$	Владеть: способностью применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов	В (ИД-1$_{ОПК-5}$)	Владеет: способностью применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов	Вопросы для сдачи экзамена
4.	ИД-1$_{ПК-5}$	Знать: методы разработки конкретных вариантов решения проблем производства, модернизации и ремонта транспортных средств специального назначения, методы проведения анализа этих вариантов, методы осуществления прогнозирования последствий, методы нахождения компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности	З (ИД-1$_{ПК-5}$)	Знает: методы разработки конкретных вариантов решения проблем производства, модернизации и ремонта транспортных средств специального назначения, методы проведения анализа этих вариантов, методы осуществления прогнозирования последствий, методы нахождения компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности	Вопросы для сдачи экзамена
5.	ИД-1$_{ПК-5}$	Уметь: разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, модернизации и ремонта транспортных средств специального назначения, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности	У (ИД-1$_{ПК-5}$)	Умеет: разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, модернизации и ремонта транспортных средств специального назначения, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности	Вопросы для сдачи экзамена
6.	ИД-1$_{ПК-5}$	Владеть: способностью разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, модернизации и ремонта транспортных средств специаль-	В (ИД-1$_{ПК-5}$)	Владеет: способностью разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, модернизации и ремонта транспортных средств специаль-	Вопросы для сдачи экзамена

		ного назначения, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности		ного назначения, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности	
7.	ИД-1$_{ПК-9}$	Знать: методы сравнения по критериям оценки проектируемые узлы и агрегаты с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, экологичности и конкурентоспособности	З (ИД-1$_{ПК-9}$)	Знает: методы сравнения по критериям оценки проектируемые узлы и агрегаты с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, экологичности и конкурентоспособности	Вопросы для сдачи экзамена
8.	ИД-1$_{ПК-9}$	Уметь: сравнивать по критериям оценки проектируемые узлы и агрегаты с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, экологичности и конкурентоспособности	У (ИД-1$_{ПК-9}$)	Умеет: : сравнивать по критериям оценки проектируемые узлы и агрегаты с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, экологичности и конкурентоспособности	Вопросы для сдачи экзамена
9.	ИД-1$_{ПК-9}$	Владеть: способностью сравнивать по критериям оценки проектируемые узлы и агрегаты с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, экологичности и конкурентоспособности	В (ИД-1$_{ПК-9}$)	Владеет: способностью сравнивать по критериям оценки проектируемые узлы и агрегаты с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, экологичности и конкурентоспособности	Вопросы для сдачи экзамена
10.	ИД-1$_{ПК-11}$	Знать: методы осуществления контроля за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации транспортных средств специального назначения	З (ИД-1$_{ПК-11}$)	Знает: методы осуществления контроля за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации транспортных средств специального назначения	Вопросы для сдачи экзамена
1.	ИД-1$_{ПК-11}$	Уметь: осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации транспортных средств специального назначения	У (ИД-1$_{ПК-11}$)	Умеет: осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации транспортных средств специального назначения	Вопросы для сдачи экзамена
12.	ИД-1$_{ПК-11}$	Владеть: способностью осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации транспортных средств специального назначения	В (ИД-1$_{ПК-11}$)	Владеет: способностью осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации транспортных средств специального назначения	Вопросы для сдачи экзамена

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
			Лекции	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Основные понятия надежности. Классификация отказов. Составляющие надежности	2	14
	2	Количественные показатели безотказности: общие понятия. Основные сведения из теории вероятностей	2	
	3	Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, плотность распределения отказов, интенсивность отказов	2	
	4	Уравнение связи показателей надежности Числовые характеристики безотказности	2	
	5	Математические модели теории надежности. Статистическая обработка результатов испытаний	2	
	6	Нормальный закон распределения наработки до отказа	2	
	7	Законы распределения наработки до отказа: экспоненциальный, логнормальный и гамма-распределение	2	
		Рубежный контроль №1		2
Рубеж 2	8	Надежность систем. Общие понятия и определения	2	10
	9	Надежность основной системы. Надежность систем с нагруженным резервированием	2	
	10	Надежность системы с ненагруженным резервированием	2	
	11	Надежность систем с облегченным и со скользящим резервом	2	
	12	Надежность восстанавливаемых объектов и систем. Надежность объектов при постепенных отказах. Основные расчетные модели	2	
	13	Надежность объектов при постепенных отказах. Определение времени сохранения работоспособности. Методы оценки надежности по результатам испытаний.	2	
	14	Методы оценки безотказности и долговечности по результатам испытаний и эксплуатации. Классификация испытаний ТССН. Государственные испытания. Ускоренные испытания изделий.	2	
		Рубежный контроль №2		2
		Всего:	28	28

4.2. Содержание лекционных занятий

Тема 1. Введение. Основные понятия надежности. Классификация отказов. Составляющие надежности.

Введение. Проблема обеспечения безопасности и надежности машин и сооружений на стадиях проектирования, производства и эксплуатации изделий. Назначение структурной теории надежности. Нормативно-методическое обеспечение прочностной надежности машин, основные виды документации Госстандарта. Основные понятия и определения.

Тема 2. Количественные показатели безотказности. Общие понятия основные сведения из теории вероятностей.

Общие зависимости. Расчет по критерию прочности. Применение статистических методов подобия к определению усталостных характеристик деталей машин. Оценка надежности при механическом изнашивании. Оценка надежности по критерию теплостойкости.

Расчет надежности деталей машин отдельных групп. Надежность соединений с натягом. Надежность сварных соединений. Надежность резьбовых соединений. Надежность зубчатых передач. Надежность многопоточных муфт. Надежность валов. Надежность подшипников скольжения и качения. Надежность роликовых обгонных муфт. Надежность предохранительных муфт с разрушающимися элементами. Надежность предохранительной фрикционной муфты. Надежность предохранительной пружинно-шариковой муфты.

Тема 3. Показатели безотказности изделий.

Показатели безотказности изделий: наработка до отказа, вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, параметр потока отказов и др. Зависимости характеристик безотказности, основное интегральное уравнение надежности. Определение характеристик безотказности по информации об отказах изделий в эксплуатации.

Тема 4. Уравнение связи показателей надежности. Числовые характеристики безотказности.

Тема 5. Математические модели теории надежности. Статистическая обработка результатов испытаний. Модели отказов. Показатели надежности Этапы обеспечения надежности ТССН

Темы 6 - 7. Модели отказов. Нормальный закон распределения наработки до отказа. Экспоненциальный закон надежности для описания внезапных отказов. Логнормальный закон и гамма-распределение. Описание стадии приработки и старения с помощью различных моделей (нормальная, Вейбулла, комбинация). Понятие о восстанавливаемых изделиях.

Показатели долговечности: ресурс, наработка между отказами, гамма-процентный ресурс, срок службы и др. Показатели ремонтопригодности: время восстановления, вероятность завершения восстановления за заданное время и др. Показатели сохраняемости изделий: срок сохраняемости, гамма-процентный срок сохраняемости и др.

Комплексные показатели надежности: коэффициенты готовности, оперативной готовности, технического использования и др. Определение комплексных показателей надежности по информации о массовой эксплуатации машин.

Этапы обеспечения надежности ТССН. Обеспечение надежности на этапе формирования технических требований к ТССН, технического предложения, рабочего проектирования. Обеспечение надежности в производстве. Поддержание надежности в эксплуатации.

Тема 8. Надежность систем. Общие понятия и определения. Метод структурных схем: последовательное, параллельное и комбинированное соединение одноотказных элементов. Метод логических схем для расчета надежности системы с многоотказными элементами. Системы с резервированием.

Темы 9 - 11. Надежность основной системы. Надежность систем с нагруженным резервированием. Надежность системы с ненагруженным резервированием. Надежность системы с облегченным и со скользящим резервированием.

Тема 12 - 13. Надежность восстанавливаемых объектов и систем. Надежность объектов при постепенных отказах. Основные расчетные модели. Надежность объектов при постепенных отказах. определение времени сохранения работоспособности.

Тема 14. Методы оценки безотказности и долговечности по результатам испытаний и эксплуатации. Общие положения. Правила классификации изменений технического состояния. Оценка безотказности. Оценка долговечности сборочных единиц

Понятие о рисках «поставщика» и «заказчика». Метод одноступенчатого контроля. Метод последовательного контроля. Определительные испытания, виды стратегии определительных испытаний. Методы и практические приемы обработки информации: определение эмпирических законов распределений наработки до отказа, оценка параметров распределений и проверка статистических гипотез,

Классификация испытаний ТССН. Нормативно-методическое обеспечение по испытаниям ТССН. Основные понятия и определения. Оценка надежности по результатам испытаний. Испытания в сфере промышленности. Заводские испытаний.

Государственные испытания. Оценка надежности по результатам полигонных испытаний. Оценка надежности серийных ТССН гарантийные, большие и малые контрольные испытания. Зачетные условия при испытаниях на определение надежности.

Ускоренные испытания изделий. Понятие о коэффициенте ускорения испытаний. Сокращение испытаний по принципам: уплотнение рабочих циклов и экстраполяции во времени. Форсирование испытаний по принципам: усечение спектров, учащения рабочих циклов, форсирования по нагрузкам, экстраполяции по нагрузкам и «доламывания».

Ускоренные методы оценки долговечности по результатам испытаний. Предельные состояния, зависящие от износа, нарушения регулировок, роста температуры, увеличения длины усталостной трещины. Испытания на оценку ремонтопригодности.

4.3. Лабораторные работы

Номер раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.
		Очная форма обучения
Темы 1 - 7	Исследование задач надежности на основе аппарата теории вероятностей. Случайные величины и законы их распределения	2
	Определение показателей надежности невосстанавливаемых систем	4
	Определение показателей надежности восстанавливаемых систем	4
	Методы расчета надежности невосстанавливаемых систем, включая системы с резервированием	4
	Рубежный контроль 1	2
Темы 8 - 14	Определение показателей надежности резервированных систем с дробной кратностью и поэлементным резервированием	2
	Определение показателей надежности технических систем методом статистического моделирования	4
	Определение оценок риска при влиянии опасных факторов техногенных чрезвычайных ситуаций	4
	Рубежный контроль 2	2
	Всего:	**28**

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей лабораторной работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения лабораторных занятий является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторной работы.

Преподавателем запланировано применение на лабораторных работах технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения лабораторных работ, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения лабораторных работ.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на лабораторных работах в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к лабораторным работам, к рубежным контролям, подготовку к экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	**Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.**
	Очная форма обучения
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	**9**
Надежность восстанавливаемых объектов и систем. Надежность объектов при постепенных отказах. Основные расчетные модели	4
Надежность объектов при постепенных отказах. Определение времени сохранения работоспособности. Методы оценки надежности по результатам испытаний.	5
Подготовка к лабораторным работам (по 1 часу на каждое занятие)	**12**
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	**4**
Подготовка к экзамену	**27**
Всего:	**52**

Приветствуется выполнение разделов самостоятельной работы в лабораториях и в компьютерном классе кафедры «Гусеничные машины и прикладная механика».

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся в КГУ.
2. Перечень вопросов для рубежного контроля №1 (модуль 1);
3. Перечень вопросов для рубежного контроля №2 (модуль 2);
4. Перечень вопросов к экзамену.
5. Отчеты по лабораторным работам.

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся по дисциплине

<table>
<tr><td>№</td><td>Наименование</td><td colspan="5"></td><td colspan="3">Содержание</td></tr>
<tr><td rowspan="4">1</td><td rowspan="4">Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии)</td><td colspan="5"></td><td colspan="3">Распределение баллов за 9 семестр</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Вид учебной работы:</td><td rowspan="2">Посещение лекций</td><td rowspan="2">Выполнение и защита лабораторных работ</td><td colspan="2">Рубежный контроль 1,2</td><td rowspan="2">Экзамен</td></tr>
<tr><td>Модуль 1</td><td>Модуль 2</td></tr>
<tr><td>Балльная оценка:</td><td>До 14</td><td>До 24</td><td>До 16</td><td>До 16</td><td>До 30</td></tr>
<tr><td>Примечания</td><td>14 лекций по 1 баллу</td><td>12 лабораторных работ по 2 балла</td><td>На 8 лабораторной работе</td><td>На 14 лабораторной работе</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета</td><td colspan="8">60 и менее баллов – неудовлетворительно;
61…73 – удовлетворительно;
74… 90 – хорошо;
91…100 – отлично</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Критерий допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов</td><td colspan="8">Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.
Для получения экзамена без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.
Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.
За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.
Основанием для получения дополнительных баллов являются:
- выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем;
- участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра</td><td colspan="8">В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра.
Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</td></tr>
</table>

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежный контроль 1 предполагает ответ на 1 вопрос по темам лабораторных занятий и на 1 вопрос по разделам лекционной части дисциплины (Темы 1-7).

Рубежный контроль 2 предполагает ответ на 1 вопрос по темам лабораторных занятий и на 1 вопрос по разделам лекционной части дисциплины (Темы 8-14).

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает с обучающимися основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Преподаватель оценивает в баллах результаты рубежных контролей 1,2 и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Экзамен проводится в устной форме и состоит из ответа на 2 теоретических вопроса. Время, отводимое обучающемуся на подготовку к ответу, составляет 1 астрономический час. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов.

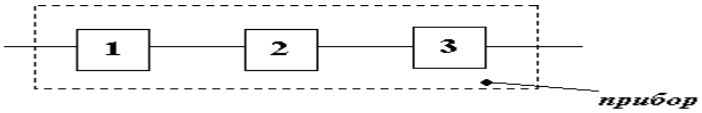
Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и экзамена

Перечень вопросов к рубежному контролю 1 (модуль 1):

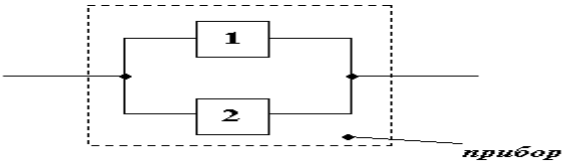
1. В чем заключается понятие надежности как свойства объекта?
2. Перечислите и дайте определения основных состояний и событий, которыми характеризуется надежность?
3. В чем общность и отличия состояний «исправность» и «работоспособность» объекта?
4. При каких условиях наступает предельное состояние объекта?
5. Какими могут быть объекты по способности к восстановлению работоспособного состояния?
6. Какими могут быть отказы по типу и природе происхождения?
7. Перечислите основные признаки классификации отказов?
8. Перечислите и дайте определение свойств (составляющих) надежности?
9. Дайте определение показателя надежности?
10. Перечислите и поясните показатели долговечности?
11. Перечислите показатели безотказности объекта и поясните, чем отличаются статистическая (выборочные оценки) и вероятностная форма (определения)?
12. Поясните «схему испытаний» объекта при определении выборочных оценок показателей безотказности?
13. Дайте определение «оценки» вероятности события и объясните условие сходимости оценки и вероятности события?
14. Перечислите и поясните основные аксиомы вероятности?
15. Перечислите и поясните смысл основных правил (теорем) теории вероятностей?
16. Назовите следствия основных теорем теории вероятностей?
17. Прибор может работать в двух режимах: «1» и «2». Режим «1» наблюдается в 80% случаев, режим «2» - в 20% случаев за время работы Т. Вероятность того, что прибор откажет при работе в режиме «1» равна 0.1, а вероятность отказа прибора в режиме «2» - 0.7. Найти вероятность отказа прибора за время Т? Ответ: 0.22
18. Прибор состоит из 3-х блоков, которые независимо друг от друга могут отказать. Отказ каждого из блоков приводит к отказу всего прибора. Вероятность того, что

    за время Т работы прибора откажет первый блок, равна 0.2, второй – 0.1, третий – 0.3. Найти вероятность того, что за время Т прибор проработает безотказно?



Ответ: 0.504

19. Прибор состоит из 2-х блоков, дублирующих друг друга. Вероятность того, что за время T каждый из блоков проработает безотказно, равна 0.9. Отказ прибора произойдет при отказе обоих блоков. Найти вероятность того, что за время T прибор проработает безотказно?



Ответ: 0.99

20. Перечислите показатели безотказности объекта и поясните в чем отличия статистических оценок от вероятностной формы их представления?

Перечень вопросов к рубежному контролю 2 (модуль 2):

1. Дайте определение вероятности безотказной работы (ВБР) объекта и поясните ее смысл?
2. Чем отличается ВБР объекта к наработке t от ВБР в интервале наработки [t, t + Δt]?
3. Дайте определение плотности распределения отказов (ПРО) и поясните ее смысл при оценке надежности объекта?
4. Дайте графическую интерпретацию понятий ВБР и вероятности отказов (ВО)?
5. Дайте определение интенсивности отказов (ИО) и поясните ее смысл при оценке надежности объекта?
6. По результатам испытаний N=100 однотипных элементов определить показатели безотказности для заданных наработок ti, если известно, что число отказавших элементов n(ti) к моментам наработки составляет:

t_1 = 100 ч	$n(t_1) = 5$
t_2 = 150 ч	$n(t_2) = 8$
t_3 = 200 ч	$n(t_3) = 11$
t_4 = 250 ч	$n(t_4) = 15$
t_5 = 300 ч	$n(t_5) = 21$

7. Построить графики расчетных показателей $\hat{P}(t_i)$, $\hat{Q}(t_i)$, $\hat{f}(t_i)$ и $\hat{\lambda}(t_i)$?
8. Поясните смысл уравнения связи показателей безотказности?
9. Дайте определение статистической оценки и вероятностного представления средней наработки до отказа?
10. Перечислите условные средние наработки до отказа и поясните необходимость их использования?
11. Дайте определение статистических оценок и вероятностного представления характеристик рассеивания случайной величины наработки.
12. Что представляет математическая модель, и для каких целей она используется в задачах надежности?
13. Из каких условий выбирается закон распределения наработки до отказа объекта?
14. В чем заключается постановка задачи при испытаниях объектов на надежность?
15. Что представляет собой процедура формирования статистического ряда по результатам испытаний?
16. Какие эмпирические функции рассчитываются при обработке результатов испытаний?

17. В чем заключается выбор закона распределения наработки до отказа по результатам испытаний?
18. Что представляет собой критерий согласия?
19. Объясните почему распределение Гаусса называется нормальным?
20. Поясните на изменении кривой плотности распределения отказов влияние параметров распределения: матожидания и дисперсии?
21. Приведите расчетные выражения для показателей безотказности, определенные через табличные функции: *f(x), F(x)* и *Φ(x)*?
22. При каких условиях корректно использовать классическое нормальное распределение, и в каких случаях целесообразно применять усеченные нормальные распределения?
23. Приведите расчетные выражения показателей безотказности для усеченного «слева» нормального распределения?
24. Наработка до отказа серийно выпускаемой детали распределена нормально с параметрами: $T_0 = M(T) = 104$ час, $S = S(T) = 250$ час. Определить:
    1) вероятность того, что при монтаже прибора в него будут поставлены детали, наработка до отказа которых будет находиться в интервале [*5000, 9000* час];
    2) вероятность того, что при монтаже прибора в него будут поставлены детали, наработка до отказа которых будет находиться в интервале [$T_0 - 3S$, $T_0 + 3S$];
    3) вероятность того, что безотказно проработав до момента времени 5000 час, деталь безотказно проработает и до 9000 час?
        i. Ответы: 1) *0.00003*, 2) *0.9974*, 3) *0.99997*.
25. Комплектующая деталь, используемая при изготовлении устройства, по данным поставщика этой детали имеет нормальное распределение наработки с параметрами:
        i. $T_0 = 4 \cdot 10^3$ час, $S = 800$ час. Определить интересующую конструктора прибора:
    1) наработку до отказа, соответствующую *90%* надежности детали;
    2) вероятность того, что при монтаже деталь имеет наработку, лежащую в интервале [$2.5 \cdot 10^3$, $3 \cdot 10^3$];
    3) вероятность того, что при монтаже деталь имеет наработку, большую, чем *2.5 10*3 час?

    Ответы: 1) *2974.4*, 2) *0.0755*, 3) *0.9699*.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Как описывается изменение плотности распределения отказов при экспоненциальном распределении наработки до отказа?
2. Получите расчетное выражение для ВБР, ВО и ИО при экспоненциальном распределении наработки до отказа?
3. Как связаны числовые характеристики наработки до отказа с интенсивностью отказов при экспоненциальном распределении наработки до отказа?
4. Для описания надежности каких объектов используется логарифмически-нормальное распределение?
5. Какой из параметров в выражении плотности распределения отказов при гамма-распределении наработки является параметром формы и параметром масштаба? Известно, что серийно выпускаемая деталь имеет экспоненциальное распределение наработки до отказа с параметром $\lambda = 10^{-5}$ час$^{-1}$. Деталь используется конструктором при разработке нового прибора. Назначенный ресурс прибора предполагается $T_н = 10^4$ час. Определить интересующую конструктора:
    a. среднюю полезную наработку детали к моменту $T_н$;
    b. вероятность того, что деталь безотказно проработает в интервале наработки [$0, T_н$];
        i. 3)вероятность того, что деталь безотказно проработает в интервале наработки [$10^3, 10^4$ час]?
        ii. Ответы: 1) $9.5 \cdot 10^3$ час, 2) *0.905*, 3) *0.914*.
6. На сборку прибора поступила деталь, прошедшая испытания на надежность. Известно, что наработка до отказа детали подчиняется экспоненциальному распределению с параметром $\lambda = 5 \cdot 10^{-5}$ час $^{-1}$. Определить вероятность того, что при монтаже прибора в него будут поставлены детали, наработка до отказа которых будет находиться в интервале [$10^3, 10^4$час]?

i. Ответ: *0.345*.

7. Основные цели и задачи расчета показателей надежности систем?
8. Определите состав рассчитываемых показателей безотказности системы?
9. Перечислите и поясните основные этапы расчета надежности систем?
10. Что такое структура надежности?
11. Что такое математическая модель расчета надежности?
12. Какие виды резервирования существуют. В чем отличие нагруженного и ненагруженного резервирования?
13. Что такое кратность резервирования и в чем отличие целой и дробной кратности?
14. Как определяются показатели безотказности основной системы: ВБР и ИО?
15. Как определяются показатели безотказности основной системы: ПРО и МО наработки до отказа?
16. Какой закон распределения наработки до отказа будет иметь основная система, если законы распределения наработки до отказа элементов являются экспоненциальными (привести доказательство)?
17. В чем заключается необходимость распределения норм надежности между элементами основной системы?
18. Какие существуют способы распределения норм надежности между элементами основной системы, и чем они отличаются?
19. Структура проектируемой системы представляется основной системой, состоящей из 10 элементов «A», 15 элементов «B», 32 элементов «D» и 8 элементов «F». Интенсивности отказов элементов известны и равны: $\lambda_A = 2 \cdot 10^{-6}$ час$^{-1}$, $\lambda_B = 4 \cdot 10^{-6}$ час$^{-1}$, $\lambda_D = 2.5 \cdot 10^{-6}$ час$^{-1}$, $\lambda_F = 5 \cdot 10^{-6}$ час$^{-1}$. Определить среднюю наработку до отказа T_{0c} и ВБР системы за наработки $t_1 = 100$ час, $t_2 = 1000$ час и в интервале указанных наработок? Определить плотность распределения отказов системы при наработке $t_2 = 1000$ час?
    i. Ответ: $T_{0c} = 5 \cdot 10^{3}$ час, $P(t_1) = 0.98$, $P(t_2) = 0.819$, $P_c(t_1, t_2) = 0.836$, $f(t_2) = 1.64 \cdot 10^{-4}$ час$^{-1.}$
20. Чем отличаются системы с нагруженным резервированием с целой и дробной кратностью? Привести расчетные выражения показателей безотказности?
21. Какой закон распределения наработки до отказа будет у системы с нагруженным резервированием, если законы распределения наработки до отказа составляющих ее элементов – экспоненциальные?
22. Какие задачи оптимизации решаются и в чем они состоят для систем с нагруженным резервом?
23. Как определяется вероятность безотказной работы системы с нагруженным резервированием и дробной кратностью?
24. При каких условиях наиболее эффективно применение нагруженного резервирования?
25. Что представляет собой ненагруженное резервирование и как случайная наработка до отказа системы связана со случайными наработками составляющих систему элементов?
26. Основные допущения, принятые при расчете системы с ненагруженным резервированием?
27. К какому закону распределения стремится наработка до отказа системы при больших значениях кратности резервирования?
28. Проанализируйте, как изменяется вероятность безотказной работы системы с увеличением кратности резервирования?
29. При каких условиях ненагруженное резервирование становится значительно эффективнее нагруженного?
30. Какой закон распределения наработки до отказа будет у системы с ненагруженным резервированием, если законы распределения наработки до отказа элементов являются нормальными?
31. Приведите расчетные формулы показателей безотказности для системы с нормальным распределением наработки элементов?
32. Что в надежности представляет облегченный резерв и видом какого резервирования он является?
33. Сформулируйте условие работоспособности системы с облегченным резервом?
34. Приведите логическую цепь вывода выражения ВБР системы с облегченным резервом?

35. Что представляет собой скользящее резервирование в надежности, и видом какого резервирования оно является?
36. Сформулируйте условия работоспособности системы со скользящим резервированием и приведите логическую цепь вывода выражения ВБР системы?
37. В чем особенности марковского случайного процесса, на основе которого строится расчетная модель для восстанавливаемых объектов и систем?
38. Основные этапы составления расчетной модели?
39. Что представляет собой система дифференциальных уравнений Колмогорова-Чепмена? Объясните смысл каждого из составляющих в дифференциальном уравнении?
40. Поясните мнемоническое правило составления дифференциального уравнения вероятностей состояния (уравнение Колмогорова - Чепмена)?
41. Дайте определение и поясните смысл показателей надежности восстанавливаемых объектов и систем?
42. Поясните, как изменяются показатели надежности восстанавливаемого объекта при изменении интенсивности восстановления?
43. Особенности применения метода дифференциальных уравнений для расчета надежности невосстанавливаемых объектов?
44. На любом из примеров поясните связь графа состояний с логической структурой надежности?
45. Поясните смысл и природу постепенных отказов?
46. Что называется определяющим параметром, и в чем заключается условие работоспособности объекта?
47. Что представляет собой время сохранения работоспособности?
48. Из каких составляющих состоит случайный процесс изменения определяющего параметра? Дайте характеристику каждой составляющей?
49. Как изменяется определяющий параметр в зависимости от наработки объекта?
50. Перечислите основные классы моделей приближения объекта к отказам, в чем их принципиальное отличие?
51. Перечислите основные типы моделей приближения объекта к отказам, в чем их принципиальное отличие?
52. Определите состав рассчитываемых показателей надежности объекта при постепенных отказах?
53. Поясните определение вероятности нахождения объекта в работоспособном состоянии?
54. Как определяется плотность распределения наработки до отказа? Что представляют общие модели расчета плотности распределения?
55. Поясните принцип расчета времени сохранения работоспособности объекта при веерных моделях изменения ОП?
56. Поясните принцип расчета времени сохранения работоспособности объекта при равномерной модели изменения ОП?
57. В чем заключается оценка надежности объекта при разрегулировании? Что такое регулируемый ОП?

Примерные темы рефератов для неуспевающих

1) Надежность автомобиля и ее основные характеристики
2) Обеспечение надежности транспортных средств в процессе эксплуатации
3) Статистическая обработка результатов испытаний. Применяемые законы распределения.
4) Надёжность Информационных Систем. Проблемы надежности программных комплексов.
5) Структура системы обеспечения надежности на базе стандартизации. Методы оценки и повышения надежности технологических систем
6) Методы повышения надежности машин (систем)

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная учебная литература

1 ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения (с Изменением N [Электронный ресурс]: // Электронный фонд правовой и научно-технической документации. 2018. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200004984
2 ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Термины и определения [Электронный ресурс]: // Электронный фонд правовой и научно-технической документации. 2018. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200004984
3 ГОСТ 27.003-89. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности [Электронный ресурс]: // Электронный фонд правовой и научно-технической документации. 2018. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200004984
4 Технологические методы обеспечения надежности деталей машин [Электронный ресурс]: учебник / И.М. Жарский [и др.]. – Минск: Выш. шк., 2010. – 336 с. - Доступ из ЭБС «Консультант студента».
5 Основы теории надежности машин [Электронный ресурс]: / Баженов Ю.В. – ИНФРА-М. 2019. - 320с.: - Доступ из ЭБС «znanium.com».
6 Оценка надежности машин и оборудования: теория и практика: Учеб. / И.Н. Кравченко, Е.А. Пучин и др.; Под ред. проф. И.Н. Кравченко. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 336 с.: - Доступ из ЭБС «znanium.com».
7 Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надежность машин. – М.: Высш. шк., 1988. – 238с
8 Теория надежности [Электронный ресурс]: Учебник для вузов / В.А. Острейковский. - М.: Абрис, 2012. - Доступ из ЭБС «Консультант студента».

7.2. Дополнительная учебная литература

1. Брауде В.И., Семенов Л.Н. Надежность подъемно-транспортных машин. – Ленинград: Машиностроение, 1986. – 183с.
2. Испытания автомобиля: Учебное пособие [Электронный ресурс]: / В.А. Набоких. - 2-е изд. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с. - Доступ из ЭБС «Консультант студента».
3. Надежность технических систем [Электронный ресурс]: / Пучин Е.А. Лисунов Е.А. - М.: Колос С, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для обучающихся высш. и средних учеб. заведений). - Доступ из ЭБС «Консультант студента».

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Надежность транспортных средств специального назначения» для обучающихся специальности 23.05.02. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2017. - 42 с.

9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. http://kgsu.ru/library -
2. http://biblioclub.ru/ - ЭБС «Университетская библиотека онлайн».

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com».
4. «Гарант» - справочно-правовая система

11. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Надежность транспортных средств специального назначения»

образовательной программы высшего образования –
программы специалитета
23.05.02 – Транспортные средства специального назначения

Специализация
Военные гусеничные и колесные машины

Трудоемкость дисциплины: 3 ЗЕ (108 академических часа)
Семестр: 9 (очная форма обучения)
Форма промежуточной аттестации: экзамен

Содержание

Основные понятия надежности. Классификация отказов. Составляющие надежности. Количественные показатели безотказности: общие понятия. Основные сведения из теории вероятностей. Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, плотность распределения отказов, интенсивность отказов. Уравнение связи показателей надежности.

Числовые характеристики безотказности. Математические модели теории надежности. Статистическая обработка результатов испытаний. Нормальный закон распределения наработки до отказа. Законы распределения наработки до отказа: экспоненциальный, логнормальный и гамма-распределение. Надежность систем. Общие понятия и определения. Надежность основной системы. Надежность систем с нагруженным резервированием. Надежность системы с ненагруженным резервированием. Надежность систем с облегченным и со скользящим резервом. Надежность восстанавливаемых объектов и систем. Надежность объектов при постепенных отказах. Основные расчетные модели. Надежность объектов при постепенных отказах. Определение времени сохранения работоспособности. Методы оценки надежности по результатам испытаний.

ЛИСТ
регистрации изменений (дополнений) в рабочую программу
учебной дисциплины
«Надежность транспортных средств специального назначения»

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20___ / 20___ учебный год:

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Ответственный преподаватель _____ / Ф.И.О. /

Изменения утверждены на заседании кафедры «___»_____20___ г.,
Протокол № ___

Заведующий кафедрой _____ «___»_____20___ г.

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20___ / 20___ учебный год:

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Ответственный преподаватель _____ / Ф.И.О. /

Изменения утверждены на заседании кафедры «___»_____20___ г.,
Протокол № ___

Заведующий кафедрой _____ «___»_____20___ г.