

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

  
И.А. Новиков  
« 20 » 05 2021 г.  


**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Надёжность механических систем**

Специальность:

**23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**

Специализация:

**Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**очная**

Институт Транспортно-технологический

Кафедра Подъемно-транспортные и дорожные машины

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, утвержденного приказа Минобрнауки России от 11 августа 2020 г. № 935;
- Учебного плана по направлению подготовки 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень и звание, подпись)



Любимый Н.С.  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 19 » 05 2021 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д-р. техн. наук, проф.  
(ученая степень и звание, подпись)

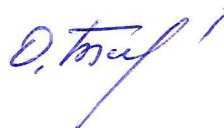


Романович А.А.  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень и звание, подпись)



Орехова Т.Н.  
(инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные	ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей	ОПК-1.11 Использует методы расчета надежности систем при проектировании наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	<b>Знает:</b> основные определения и терминологию в области надёжности современных технических систем и методики испытаний машин на надёжность. <b>Умеет:</b> производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем. <b>Владеет:</b> навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ОПК-1** Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Математика
2	Физика
3	Химия
4	Экология
5	Теоретическая механика
6	Сопротивление материалов
7	Теория механизмов и машин
8	Детали машин и основы конструирования
9	Термодинамика и теплопередача
10	Материаловедение
11	Технология конструкционных материалов
12	Эксплуатационные, конструкционные и защитно-отделочные материалы
13	Надёжность механических систем

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 (две) зач, единицы, 72 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации \_\_\_\_\_ зачет

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 9
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	36	36
лекции	17	17
лабораторные	-	-
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	36	36
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	36	36
Зачёт	-	-

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 5 Семестр 9

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>1</sup>
<b>Надёжность механических систем</b>					
1	Работоспособность и надежность. Значение проблемы надежности для современных технических систем. Проблема надежности при проектировании, изготовлении и эксплуатации технических систем. Наука о надежности.	1	1	-	3
2	Основные понятия и определения. Выходные параметры, работоспособность, отказ, срок службы, надежность, безотказность, долговечность. Показатели надежности. Показатели для оценки долговечности, безотказности, ремонтпригодности, сохраняемости. Классификация технических систем по надежности и долговечности.	2	2	-	3
3	Вероятностные законы, используемые при оценке надежности технических систем. Нормальное, логарифмически нормальное, экспоненциальное, Вейбулла, гамма-распределение, Пуансона, биномиальное распределение.	2	2	-	3
4	Классификация отказов. Постепенные и внезапные отказы. Параметрические отказы. Допустимые и недопустимые отказы. Допустимая вероятность безотказной работы. Отказы дорожно-строительных технических систем.	2	2	-	3
5	Анализ закономерностей, описывающих изменения материалов. Блок-схема возникновения отказов. Анализ закономерностей, описывающих изменения в материалах: изменения свойств и состояния материалов как потеря изделием работоспособности. Законы состояния. Законы старения.	2	2	-	3
6	Сбор и обработка информации о надежности технических систем. Статистический аппарат надежности. Количество информации. Обработка экспериментального материала. Три основных источника информации о надежности технических систем. Экспертная оценка надежности технических систем.	2	2	-	3
7	Расчетно-аналитические методы оценки надежности. Метод оценки надежности на базе априорной информации. Методы статистического моделирования.	1	1	-	3
8	Методы испытаний на надежность машин. Виды испытаний. Объект испытания. Характеристики, оцениваемые при испытании на надежность. Контрольные, определительные и нормальные испытания. Методы физического моделирования. Оценка результатов на доброкачественность.	1	1	-	3
9	Методы обработки информации о технической системе. Проверка гипотезы о законе распределения. Определение числа объектов наблюдения. Анализ однородности результатов наблюдения. Последовательность статистической оценки показателей надежности. Графический метод определения	1	1	-	3

<sup>1</sup> Указать объем часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

	параметров закона распределения.				
10	Оценка надежности по результатам испытаний и эксплуатации. Оценка надежности по результатам испытаний. Оценка надежности по результатам эксплуатации. Построение эмпирической функции распределения вероятности безотказной работы. Оценка параметров распределения.	1	1	-	3
11	Повышение надежности технических систем. Способы повышения надежности. Конструктивные и технологические мероприятия повышения надежности машин. Эксплуатационные способы повышения надежности.	1	1	-	3
12	Прогнозирование надежности технических систем. Основные направления прогнозирования надежности технических систем. Методы прогнозирования, в том числе, основанные на экспертных оценках. Методы моделирования. Оценка качества прогнозирования	1	1	-	3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>36</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>Семестр №9</b>				
1	Надёжность механических систем	Расчет статистической вероятности безотказной работы	2	2
2	Надёжность механических систем	Расчет средней наработки до отказа	2	2
3	Надёжность механических систем	Расчет интенсивности отказов	2	2
4	Надёжность механических систем	Расчет вероятности безотказной работы	2	2
5	Надёжность механических систем	Оценка надежности капитально отремонтированных машин и агрегатов при полных испытаниях	3	3
6	Надёжность механических систем	Прогнозирование ресурса машин и агрегатов при усеченных испытаниях	3	3
7	Надёжность механических систем	Расчет характеристик ресурса машин и агрегатов при многократно-усеченных испытаниях	3	3
<b>ВСЕГО:</b>			<b>17</b>	<b>17</b>

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция** ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.11 Использует методы расчета надежности систем при проектировании наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	Собеседование, защита практических работ, зачет.

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Надёжность механических систем	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Значение проблемы надежности для современных технических систем.</li><li>2. Проблема надежности при проектировании, изготовлении и использовании технических систем.</li><li>3. Наука о надежности.</li><li>4. Абсолютные и относительные изменения качества технических систем. Два направления развития науки о надежности.</li><li>5. Экономический аспект надежности.</li><li>6. Выходные параметры, работоспособность, отказ, срок службы, надежность, безотказность и долговечность.</li><li>7. Показатели надежности.</li><li>8. Показатели для оценки долговечности, безотказности, ремонтпригодности и сохраняемости.</li><li>9. Экономические показатели надежности.</li><li>10. Классификация технических систем по надежности и долговечности.</li><li>11. Нормальное распределение.</li><li>12. Логарифмически нормальное распределение.</li><li>13. Экспоненциальное распределение.</li><li>14. Вейбулла распределение.</li><li>15. Гамма-распределение.</li><li>16. Пуансона распределение.</li><li>17. Биноминальное распределение.</li><li>18. Постепенный и внезапный отказы.</li><li>19. Параметрические отказы.</li><li>20. Допустимые и недопустимые отказы.</li><li>21. Допустимая вероятность безотказной работы.</li><li>22. Отказы дорожно-строительных технических систем.</li><li>23. Анализ области работоспособности изделия.</li></ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>24. Формализация процесса потери работоспособности и построение математической модели описания процесса.</li> <li>25. Временные зависимости, описывающие процесс повреждения.</li> <li>26. Влияние режимов работы изделия на скорость процессов старения.</li> <li>27. Статистический аппарат надежности.</li> <li>28. Качество информации.</li> <li>29. Обработка экспериментального материала.</li> <li>30. Три основных источника информации о надежности технических систем.</li> <li>31. Экспертная оценка надежности технических систем.</li> <li>32. Метод оценки надежности на базе априорной информации.</li> <li>33. Методы статистического моделирования.</li> <li>34. Виды испытаний.</li> <li>35. Объект испытания.</li> <li>36. Характеристики, оцениваемые при испытании на надежность.</li> <li>37. Контрольные, определительные и нормальные испытания.</li> <li>38. Методы физического моделирования.</li> <li>39. Оценка результатов на доброкачественность.</li> <li>40. Проверка гипотезы о законе распределения.</li> <li>41. Определение числа объектов наблюдения.</li> <li>42. Анализ однородности результатов наблюдения.</li> <li>43. Последовательность статистической оценки показателей надежности.</li> <li>44. Графоаналитический метод определения параметров закона распределения.</li> <li>45. Оценка вероятности безотказной работы.</li> <li>46. Определение ресурса технических систем в зависимости от ресурса деталей.</li> <li>47. Определение числа ЗИП.</li> <li>48. Оценка надежности по результатам испытаний.</li> <li>49. Оценка надежности по результатам эксплуатации.</li> <li>50. Построение эмпирической функции распределения вероятности безотказной работы.</li> <li>51. Оценка параметров распределения.</li> </ul>
--	--

### **5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы**

Не предусмотрено учебным планом.

### **5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре**

Не предусмотрено учебным планом.

### **5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания**

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:



Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание основных определений и терминологии в области надёжности современных технических систем и методики испытаний машин на надёжность
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения материала
Умения	Умение производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем.
Владение	Владение навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

#### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание основных определений и терминологии в области надёжности современных технических систем и методики испытаний машин на надёжность	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и

				анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем.	Не умеет производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем.	Умеет производить сбор и анализ статистических данных о надёжности механических систем.	Умеет производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем, ограниченным количеством методов	Умеет производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Владение.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации	Не владеет навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации	Владеет базовыми навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации	Владеет навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации, допускает погрешности в оценке и прогнозировании	Владеет навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лаборатория кафедры ПТиДМ (418 УК4)	Презентационная техника и оборудование, лабораторные установки непрерывного транспорта: оборудование для определения физико-механических свойств транспортируемых материалов; ленточные конвейеры; пластинчатые конвейеры; элеваторы; винтовые конвейеры; роликовые конвейеры; оборудование пневмотранспорта, робот манипулятор.
2	Аудитория компьютерного проектирования (308 УК3)	Персональные компьютеры с предустановленным специализированными программными продуктами.
3	Компьютерный класс НТБ	Помещение для самостоятельной работы.

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	FREECAD	<a href="https://wiki.freecadweb.org/Licence">https://wiki.freecadweb.org/Licence</a>
2	The open-source Arduino Software (IDE)	<a href="https://docs.arduino.cc">https://docs.arduino.cc</a>

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Волхонов В.И. Основы теории надежности и диагностики. Учебно-методическое пособие. М.:МГАВТ, 2015. – 49 с.

### 6.4. Перечень дополнительной литературы

2. Лозовая, С.Ю. Математические основы надежности горных машин и оборудования/ Учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 224 с.

### 6.5. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Сайт научно-технической библиотеки БГТУ им. В.Г. Шухова: <http://elib.bstu.ru/>
2. Сайт Электронно-библиотечной системы издательства «Лань»: <http://edanbook.com/>
3. <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=МОТР>
4. Сайт Электронно-библиотечной системы «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru/>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ<sup>2</sup>

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями<sup>3</sup>

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_»\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

---

<sup>2</sup> Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

<sup>3</sup> Нужно подчеркнуть