

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИТОМ

д.т.н., проф. В.С.Богданов

« 29 » \_\_\_\_\_ 17 \_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**Математические основы надежности технологических машин и комплексов**

направление подготовки (специальность)

15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация

Проектирование технологических машин и комплексов предприятий  
строительной индустрии

Квалификация

инженер

Форма обучения

очная

**Институт: Институт технологического оборудования и  
машиностроения**

**Кафедра: Механического оборудования**

Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов (уровень специалиста), №1343 от 28 октября 2016 г.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году для набора студентов 2016 года.

Составитель:  д.т.н, проф. С.Ю. Лозовая

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
«Механическое оборудование»

Заведующий кафедрой:  д.т.н, проф. В.С. Богданов  
« 21 » 11 2016 г.

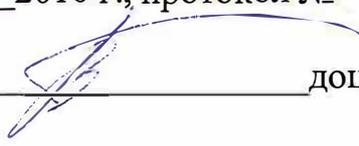
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
«Механическое оборудование»

« 21 » 11 2016 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:  д.т.н, проф. В.С. Богданов

Рабочая программа одобрена методической комиссией института  
«Механического оборудования и машиностроения»

« 29 » 11 2016 г., протокол № 4

Председатель  доцент В.Б. Герасименко

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
1	ПСК-24.1	Обладать способностью демонстрировать знания принципов и особенностей создания машин и технологических комплексов для предприятий строительной индустрии	<p><b>Знать:</b> основные положения теории надежности, математический аппарат теории вероятностей; теорию надежности восстанавливаемых изделий и обеспечения надежности машин и оборудования.</p> <p><b>Уметь:</b> производить анализ структурных состояний машин и оборудования; расчет показателей надежности оборудования; обеспечивать технологические мероприятия по поддержанию надежности машин и оборудования на этапе их проектирования, производства и в процессе эксплуатации.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками прогнозирования и расчета показателей надежности машин и оборудования.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	История техники

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Конструкторская практика
2	Преддипломная практика
3	ГИА

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 9
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	51	51
лекции	17	17
лабораторные	-	-
практические	34	34
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	93	93
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	39	39
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36	Э

## 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
<b>1. Основные положения теории надежности</b>					
	Термины и определения, показатели для количественной оценки надежности машин и оборудования.	1			3
<b>2. Математический аппарат теории надежности</b>					
	Вероятность события; теоремы, применяемые в теории вероятностей; случайные величины и их характеристики.	3	4		6
<b>3. Структурообразование надежности и способы резервирования оборудования</b>					
	Расчет вероятности безотказной работы систем при различных структурных схемах взаимодействия элементов. Определение средней наработки до отказа систем при различных структурных схемах взаимодействия элементов и способах их резервирования	4	12		10
<b>4. Формирование потока отказов оборудования и законы распределения случайных величин, используемых для оценки различных свойств надежности</b>					
	Использование аналитического выражения закона распределения непрерывных случайных величин для расчета вероятности безотказной работы $P(t)$ машин и оборудования для заданного времени $t$ , их работы и вероятности попадания случайной величины в заданный интервал	2	6		6
<b>5. Определение количественных значений показателей надежности и расчет показателей надежности машин и оборудования на стадии проектирования</b>					
	Определение количественных показателей надежности горных машин и оборудования на основании эксплуатационных данных как систем, состоящих из последовательно взаимодействующих элементов	3			4
<b>6. Обеспечение надежности горных машин на этапе их производства и в процессе эксплуатации</b>					
	Определение количественных показателей надежности горных машин и оборудования на основании эксплуатационных данных как систем, состоящих из последовательно взаимодействующих элементов. Расчет необходимого количества запчастей для ликвидации отказов машин и оборудования	4	12		10
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>34</b>		<b>39</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	Кол-во часов	К-во часов СРС
семестр № 9				
1				
1	Математический аппарат теории надежности	Применение теорем сложения и умножения вероятностей для расчетов надежности машин и оборудования	2	1
2	Математический аппарат теории надежности	Определение вероятности появления различного числа отказов машин и оборудования за период заданной наработки	2	1
3	Структурообразование надежности и способы резервирования оборудования	Расчет вероятности безотказной работы систем при различных структурных схемах взаимодействия элементов	6	3
4	Структурообразование надежности и способы резервирования оборудования	Определение средней наработки до отказа систем при различных структурных схемах взаимодействия элементов и способах их резервирования	6	3
5	Формирование потока отказов оборудования и законы распределения случайных величин, используемых для оценки различных свойств надежности	Использование аналитического выражения закона распределения непрерывных случайных величин для расчета вероятности безотказной работы $P(t)$ машин и оборудования для заданного времени $t$ , их работы и вероятности попадания случайной величины в заданный интервал	6	3
6	Обеспечение надежности горных машин на этапе их производства и в процессе эксплуатации	Определение количественных показателей надежности горных машин и оборудования на основании эксплуатационных данных как систем, состоящих из последовательно взаимодействующих элементов	6	3
7	Обеспечение надежности горных машин на этапе их производства и в процессе эксплуатации	Расчет необходимого количества запчастей для ликвидации отказов машин и оборудования	6	3
ИТОГО:			34	17

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрены учебным планом

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные термины и определение понятия надежности</li> <li>2. Показатели надежности</li> <li>3. Показатели безотказности</li> <li>4. Показатели ремонтпригодности</li> </ol>
2	Математический аппарат теории надежности	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вероятность события</li> <li>2. Теорема сложения вероятностей несовместных и совместных событий</li> <li>3. Теоремы умножения вероятностей</li> <li>4. Теорема вероятности появления хотя бы одного события</li> <li>5. Теорема полной вероятности</li> <li>6. Формула Байеса</li> <li>7. Повторение опытов. Формула Бернулли. Теорема Лапласа (локальная). Теорема Лапласа (интегральная).</li> <li>8. Наивероятнейшее число наступлений события</li> </ol>
3	Структурообразование надежности и способы резервирования оборудования.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Формирование потока отказов</li> <li>2. Структурные формулы надежности средств механизации работ</li> <li>3. Анализ структурных состояний средств механизации работ</li> <li>4. Структурное резервирование оборудования</li> <li>5. Технологические мероприятия по поддержанию надежности машин</li> <li>6. Периодичность технического обслуживания и ремонтов.</li> <li>7. Мероприятия по снижению затрат времени на ликвидацию</li> <li>8. Расчет необходимого количества запасных частей</li> </ol>
4	Формирование потока отказов оборудования и законы распределения случайных величин, используемых для оценки различных свойств надежности	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Случайные величины и их характеристика</li> <li>2. Способы задания дискретных случайных величин</li> <li>3. Способы задания непрерывных случайных величин. Экспоненциальный закон</li> <li>4. Способы задания непрерывных случайных величин. Нормальное распределение.</li> <li>5. Способы задания непрерывных случайных величин. Логарифмически нормальное распределение.</li> <li>6. Непрерывные случайные величины. Распределение Вейбулла</li> <li>7. Способы задания непрерывных случайных величин.</li> </ol>
5	Определение количественных значений показателей надежности и расчет показателей надежности	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экономическая оценка надежности оборудования</li> <li>2. Оформление журнала хронометражных наблюдений за работой оборудования</li> <li>3. Морфология технологической операции.</li> <li>4. Организация технологической линии</li> </ol>

	машин и оборудования на стадии проектирования	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Классификация линий</li> <li>6. Системы машин в перерабатывающих отраслях.</li> <li>7. Интегрирующие свойства оборудования.</li> <li>8. Совместимость составных частей линии.</li> <li>9. Пространственно-временная структура линий.</li> <li>10. Повышения устойчивости структуры линии.</li> <li>11. Обеспечение функциональной эффективности линии.</li> <li>12. Обеспечение надежности линии. Виды износов.</li> </ol>
6	Обеспечение надежности машин на этапе их производства и в процессе эксплуатации	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Получение информации о надежности оборудования машин</li> <li>2. Способы получения информации о надежности машин</li> <li>3. Обработка статистической информации</li> <li>4. Специальные методы определения распределений случайных величин</li> <li>5. Расчет суммарных затрат на все виды ремонтов.</li> <li>6. Общая схема расчета надежности</li> <li>7. Идентификация объекта</li> <li>8. Методы расчета (принципы выбора, адекватность)</li> <li>9. Требования к методикам расчета</li> <li>10. Исходные данные</li> <li>11. Представление результатов расчета</li> <li>12. Методы прогнозирования надежности</li> <li>13. Структурные методы расчета надежности (общие сведения)</li> <li>14. Структурные методы расчета надежности (безотказность невосстанавливаемых объектов вида 1)</li> <li>15. Структурные методы расчета надежности (безотказность комплексных восстанавливаемых объектов вида 1)</li> <li>16. Схемы расчета <math>T_T^M</math> и <math>T_{cp}</math> для системы механизмов</li> <li>17. Схема разбиения цикла на интервалы для расчета коэффициента простоя оборудования</li> <li>18. Определение коэффициента механизации технологической схемы</li> <li>19. Определение коэффициента простоя механизмов <math>K_{п}^M</math></li> <li>20. Оптимизация периода длительных профилактических ремонтов</li> <li>21. Расчет коэффициент простоя системы машин и механизмов для различных технологических схем</li> <li>22. Схемы расчета коэффициента простоя оборудования при дублировании механизмов (технологические перерывы отсутствуют, <math>p = 0</math>)</li> <li>23. Схемы расчета коэффициента простоя оборудования при дублировании механизмов (при выходе из строя работающего механизма технологический перерыв имеет длительность <math>p'</math>)</li> <li>24. Схемы расчета коэффициента простоя оборудования при дублировании механизмов (отказ механизма технологический перерыв делается лишь тогда, когда наработка системы станет равной полному рабочему периоду)</li> <li>25. Достижение заданной надежности при минимальных затратах средств.</li> <li>26. Простой машины из-за нехватки запасных деталей</li> </ol>

		(Запасные детали не ремонтируются) 27. Простой машины из-за нехватки запасных деталей (Запасные детали ремонтируются)
--	--	---

## 5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

*Не предусмотрены*

## 5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

Цель расчетно-графического задания – развитие навыков расчета основных характеристик и технологических параметров надежности машин и оборудования промышленности строительных материалов.

Расчетно-графическое задание выполняется студентами в соответствии с индивидуальными заданиями.

Объем расчетно-графического задания: 10-15 страниц формата А4.

Темы РГЗ:

1. Структурные методы расчета надежности (общие сведения).
2. Структурные методы расчета надежности (безотказность невосстанавливаемых объектов вида 1).
3. Структурные методы расчета надежности (безотказность комплексных восстанавливаемых объектов вида 1).
4. Схемы расчета  $T_T^M$  и  $T_{cp}$  для системы механизмов.
5. Схема разбиения цикла на интервалы для расчета коэффициента простоя оборудования.
6. Определение коэффициента механизации технологической схемы.
7. Определение коэффициента простоя механизмов  $K_{п}^M$ .
8. Оптимизация периода длительных профилактических ремонтов.
9. Расчет коэффициент простоя системы машин и механизмов для различных технологических схем.
10. Схемы расчета коэффициента простоя оборудования при дублировании механизмов (технологические перерывы отсутствуют,  $p = 0$ ).
11. Схемы расчета коэффициента простоя оборудования при дублировании механизмов (при выходе из строя работающего механизма технологический перерыв имеет длительность  $p'$ ).
12. Схемы расчета коэффициента простоя оборудования при дублировании механизмов (отказ механизма технологический перерыв делается лишь тогда, когда наработка системы станет равной полному рабочему периоду).

## 5.4. Перечень контрольных работ.

*Не предусмотрены*

## **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.1. Перечень основной литературы**

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

Электронный ресурс: <http://www.iprbookshop.ru/47945.html>

Электронный ресурс: [https://e.lanbook.com/book/91074#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/91074#book_name)

### **6.2. Перечень дополнительной литературы**

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

Электронный ресурс: <http://www.iprbookshop.ru/57274.html>

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=МОТР>

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Для презентации лекционного материала используется комплект оборудования: проектор, ноутбук и специализированное программное обеспечение AutoCAD, PowerPoint, аудитория 128 ГУК.

Для проведения практических занятий применяем комплект оборудования: проектор, ноутбук и специализированное программное обеспечение AutoCAD, PowerPoint, аудитория 118 ГУК, 128 ГУК.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017 /2018 учебный год.  
Протокол № 1 заседания кафедры от « 30 » 08 2017 г.

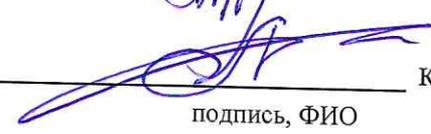
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Богданов В.С.  
  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Латышев С.С.  
  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2018 /2019 учебный год.  
Протокол № 1 заседания кафедры от «30» 08 2018 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Богданов В.С.  
  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Латышев С.С.  
  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019 /2020 учебный год.  
Протокол № 21 заседания кафедры от « 11 » 06 2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Богданов В.С.  
  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Латышев С.С.  
  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020 /2021 учебный год.  
Протокол № 16 заседания кафедры от «22» 05 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Богданов В.С.  
  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Латышев С.С.  
  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2021 /2022 учебный год.  
Протокол № 22 заседания кафедры от « 11 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Богданов В.С.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Латышев С.С.  
подпись, ФИО

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение №1

Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины:  
«Математические основы надежности технологических машин и комплексов».

### 1.1 Подготовка к лекции.

Лекции по дисциплине «Математические основы надежности технологических машин и комплексов» читаются в специализированных аудиториях, оборудованных проектором, ноутбуком, экраном и специализированным программным обеспечением AutoCAD, PowerPoint позволяющим демонстрировать рисунки, схемы и иллюстрации для освоения лекционного теоретического материала.

Целью лекционного курса является систематизация основы научных знаний по изучаемой дисциплине, концентрация внимания студентов на наиболее сложных и узловых проблемах изучаемого материала

Студент обязан посещать лекции и вести рукописный конспект.

После того, как материал был рассмотрен на лекции, обучающийся должен ознакомиться и самостоятельно дополнить конспект материалом из следующих источников:

1. Волхонов В.И. Основы теории надежности и диагностики. Учебно-методическое пособие. М.:МГАВТ, 2015. – 49 с.
2. Зубарев Ю.М. Основы надежности машин и сложных систем. Учебник. СПб.: Лань, 2017. – 180 с.
3. Лозовая, С.Ю. Математические основы надежности горных машин и оборудования/ Учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 224 с.

### 1.2 Подготовка к практическим занятиям.

Темы практических занятий доводятся студентам на первом занятии. Оформление практических занятий осуществляется в тетради. К каждому практическому занятию студент готовится самостоятельно: изучает и конспектирует соответствующий материал.

### 1.3 Экзамен по дисциплине: Математические основы надежности технологических машин и комплексов.

При проведении экзамена используется как устная, так и письменная форма отчетности.

Подготовка студента к экзамену осуществляется по конспекту лекций, основной и дополнительной литературе, электронным ресурсам кафедры и Интернет-ресурсам.