

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

**Теория обеспечения надежности машин и оборудования**

направление подготовки (специальность):

**15.04.02. Технологические машины и оборудование**

Направленность программы (профиль, специализация):

Разработка технологического оборудования и комплексов предприятий  
строительной индустрии

Квалификация

магистр

Форма обучения


очная

Институт магистратуры

Кафедра механического оборудования


Белгород 2021


- Рабочая программа составлена на основании требований:
- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, утвержденного приказа Минобрнауки России от 14 августа 2020 г., № 1026;
  - учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): д.т.н., проф.  (С.Ю. Лозовая)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«11» мая 2021 г., протокол № 22

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

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

«11» мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИТОМ  
«25» мая 2021 г., протокол № 9.

Председатель к.т.н., доцент  (П.С.Горшков)

## 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
Разработка и реализация проектов	<b>УК-3.</b> Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.	<b>УК-3.1.</b> Определяет стратегию организовывать и руководить работой команды для изучения и применения законов теории надежности для ее обеспечения у машин и оборудования.	<b>Знает</b> положения теории обеспечения надежности при проектировании машин и оборудования. <b>Умеет</b> применять стратегию организации мероприятий по обеспечению надежности. <b>Владеет</b> методиками разработки цели и задач для применения законов теории надежности для ее обеспечения у машин и оборудования.
отсутствует	<b>ОПК-9.</b> Способен разрабатывать новое технологическое оборудование.	<b>ОПК-9.1.</b> Разрабатывает практические мероприятия по обеспечению надежности на этапе проектирования нового технологического оборудования.	<b>Знает</b> статистические приемы и математический вероятностный аппарат теории надежности. <b>Умеет</b> производить анализ структурных состояний разрабатываемых машин и оборудования; расчет показателей их надежности. <b>Владеет</b> методиками расчета показателей надежности реальных объектов.
		<b>ОПК-9.2.</b> Обеспечивает работоспособность, ремонтпригодность машин и оборудования на стадии их разработки.	<b>Знает</b> приемы резервирования оборудования, особенности обеспечения работоспособности и ремонтпригодности восстанавливаемых изделий машин и оборудования. <b>Умеет</b> планировать мероприятия по обеспечению надежности машин и оборудования на стадии разработки. <b>Владеет</b> методами сервисного прогнозирования и расчета различных показателей машин и оборудования при разработке с учетом предполагаемых условий эксплуатации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция УК-3.** Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Социальная инженерия
2	Теоретические основы надежности машин и оборудования

**2. Компетенция ОПК-9.** Способен разрабатывать новое технологическое оборудование.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Теоретические основы надежности машин и оборудования
2	Ознакомительная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	55	55
лекции	17	17
лабораторные	-	-
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	89	89
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Экзамен	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Введение				
1.1	Основные положения теории надежности; термины и определения, показатели для количественной оценки надежности машин и оборудования, показатели надежности.	1			5
2	Математический аппарат теории вероятности				
2.1	Вероятность события; теоремы, применяемые в теории вероятностей; случайные величины и их характеристики.	3	4		6
3	Резервирование оборудования				
3.1	Структурообразование надежности, способы резервирования оборудования.	3	4		9
4	Формирование потока отказов				
4.1	Формирование потока отказов оборудования, законы распределения случайных величин, используемых для оценки различных свойств надежности	2	8		8
5	Количественные значения показателей надежности				
5.1	Определение количественных значений показателей надежности, расчет показателей надежности машин и оборудования на стадии проектирования	2	8		8
5.2	Обеспечение надежности машин на этапе их проектирования, производства и в процессе эксплуатации	3	4		8
6.	Сервисное прогнозирование и расчет различных показателей машин и оборудования при разработке с учетом износа				
6.1	Отказы восстанавливаемых изделий для обеспечения надежности при проектировании машин и оборудования.	1			1
6.2	Методы сервисного формирования и обеспечения машин и оборудования	2			2
6.3	Расчет показателей надежности реальных объектов (расчет надежности электрических машин, соединений, типовых узлов механических систем).	1	6		6
	ВСЕГО	17	34		53

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Математический аппарат теории вероятности	Применение теорем сложения и умножения вероятностей для расчетов надежности машин и оборудования	2	2
2	Математический аппарат теории вероятности	Определение вероятности появления различного числа отказов машин и оборудования за период заданной наработки	2	2
3	Резервирование оборудования	Расчет вероятности безотказной работы систем при различных структурных схемах взаимодействия элементов	2	2
4	Резервирование оборудования	Определение средней наработки до отказа систем при различных структурных схемах взаимодействия элементов и способах их резервирования	2	2
5	Формирование потока отказов	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	8	8
6	Количественные значения показателей надежности	Определение количественных показателей надежности машин и оборудования на основании эксплуатационных данных как систем, состоящих из последовательно взаимодействующих элементов	8	8
7	Количественные значения показателей надежности	Расчет необходимого количества запчастей для ликвидации отказов машин и оборудования	4	4
8	Сервисное прогнозирование и расчет различных показателей машин и оборудования при разработке с учетом износа.	Расчет надежности соединений с натягом, резьбовых соединений, типовых узлов механических систем, расчет надежности электрических машин	6	6
ИТОГО:			34	34

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрены учебным планом

## 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовой проект/работа учебным планом не предусмотрены.

## 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

**1 Компетенция УК-3.** Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
<b>УК-3.1.</b> Определяет стратегию организовывать и руководить работой команды для изучения и применения законов теории надежности для ее обеспечения у машин и оборудования.	Экзамен письменно, устные ответы на дополнительные вопросы по билету (лекции, практические занятия, самостоятельная работа), возможно собеседование по контрольным вопросам

**2 Компетенция ОПК-9.** Способен разрабатывать новое технологическое оборудование.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
<b>ОПК-9.1.</b> Разрабатывает практические мероприятия по обеспечению надежности на этапе проектирования нового технологического оборудования.	Экзамен письменно, устные ответы на дополнительные вопросы по билету (лекции, практические занятия, самостоятельная работа), возможно собеседование по контрольным вопросам
<b>ОПК-9.2.</b> Обеспечивает работоспособность, ремонтпригодность машин и оборудования на стадии их разработки.	Экзамен письменно, устные ответы на дополнительные вопросы по билету (лекции, практические занятия, самостоятельная работа), возможно собеседование по контрольным вопросам

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение	1. Основные термины и определение понятия надежности 2. Показатели надежности 3. Показатели безотказности 4. Показатели ремонтпригодности
2	Математический аппарат теории вероятности	5. Вероятность события 6. Теорема сложения вероятностей несовместных и совместных событий 7. Теоремы умножения вероятностей 8. Теорема вероятности появления хотя бы одного события 9. Теорема полной вероятности 10. Формула Байеса 11. Повторение опытов. Формула Бернулли. Теорема Лапласа (локальная). Теорема Лапласа (интегральная). 12. Наивероятнейшее число наступлений события



3	Резервирование оборудования	13. Формирование потока отказов 14. Структурные формулы надежности средств механизации работ 15. Анализ структурных состояний средств механизации работ 16. Структурное резервирование оборудования 17. Технологические мероприятия по поддержанию надежности машин 18. Периодичность технического обслуживания и ремонтов. 19. Мероприятия по снижению затрат времени на ликвидацию 20. Расчет необходимого количества запасных частей
4	Формирование потока отказов	21. Случайные величины и их характеристика 22. Способы задания дискретных случайных величин 23. Способы задания непрерывных случайных величин. Экспоненциальный закон 24. Способы задания непрерывных случайных величин. Нормальное распределение. 25. Способы задания непрерывных случайных величин. Логарифмически нормальное распределение. 26. Непрерывные случайные величины. Распределение Вейбулла 27. Способы задания непрерывных случайных величин.
5	Количественные значения показателей надежности	28. Экономическая оценка надежности оборудования 29. Оформление журнала хронометражных наблюдений за работой горно-проходческого оборудования 30. Морфология технологической операции. 31. Организация технологической линии 32. Классификация линий 33. Системы машин в перерабатывающих отраслях. 34. Интегрирующие свойства оборудования. 35. Совместимость составных частей линии. 36. Пространственно-временная структура линий. 37. Повышения устойчивости структуры линии. 38 Обеспечение функциональной эффективности линии. 39. Обеспечение надежности линии. Виды износов. 40. Получение информации о надежности оборудования 41. Способы получения информации о надежности машин 42. Обработка статистической информации 43. Специальные методы определения распределений случайных величин 44. Расчет суммарных затрат на все виды ремонтов. 45. Общая схема расчета надежности 46. Идентификация объекта 47. Методы расчета (принципы выбора, адекватность) 48. Требования к методикам расчета 49. Исходные данные 50. Представление результатов расчета 51. Методы прогнозирования надежности 52. Структурные методы расчета надежности (общие сведения) 53. Структурные методы расчета надежности (безотказность невозстанавливаемых объектов вида 1) 54. Структурные методы расчета надежности (безотказность

		<p>комплексных восстанавливаемых объектов вида 1)</p> <p>55. Схемы расчета <math>T_T^M</math> и <math>T_{cp}</math> для системы механизмов</p> <p>56. Схема разбиения цикла на интервалы для расчета коэффициента простоя оборудования</p> <p>57. Определение коэффициента механизации технологической схемы</p> <p>58. Определение коэффициента простоя механизмов <math>K_{п}^M</math></p> <p>59. Оптимизация периода длительных профилактических ремонтов</p> <p>60. Расчет коэффициент простоя системы машин и механизмов для различных технологических схем</p> <p>61. Схемы расчета коэффициента простоя оборудования при дублировании механизмов (технологические перерывы отсутствуют, <math>p = 0</math>)</p> <p>62. Схемы расчета коэффициента простоя оборудования при дублировании механизмов (при выходе из строя работающего механизма технологический перерыв имеет длительность <math>p'</math>)</p> <p>63. Схемы расчета коэффициента простоя оборудования при дублировании механизмов (отказ механизма технологический перерыв делается лишь тогда, когда наработка системы станет равной полному рабочему периоду)</p> <p>64. Достижение заданной надежности при минимальных затратах средств.</p> <p>65. Простой машины из-за нехватки запасных деталей (Запасные детали не ремонтируются)</p> <p>66. Простой машины из-за нехватки запасных деталей (Запасные детали ремонтируются)</p>
6	<p>Сервисное прогнозирование и расчет различных показателей машин и оборудования при разработке с учетом износа</p>	<p>65. Виды отказов по времени и причин их возникновения (повреждение, отказ, критерий отказа, причина отказа, случайные причины, систематические причины, внезапный отказ, постепенные по развитию отказы, внезапные по проявлению отказы, постепенный отказ).</p> <p>66. Отказы, вызванные той или иной причиной и процессе жизненного цикла изделия (конструктивные, производственные (технологические), эксплуатационные).</p> <p>67. Отказы, характеризующиеся результатами их последствий (критичность отказа, сбой, ресурсный отказ, перемежающийся отказ, явный отказ, скрытый отказ деградационный отказ).</p> <p>68. Цели расчета надежности объекта на определенном этапе видов работ на определенной стадии его жизненного цикла.</p> <p>69. Этапы видов работ расчета надежности.</p> <p>70. Элементы идентификации объекта для расчета его надежности.</p> <p>71. Основные признаки подразделения изделий при задании требований по надежности.</p> <p>72. Классификация методов расчета надежности.</p> <p>73. Виды и применение методов прогнозирования надежности.</p> <p>74. Какие действия необходимо произвести для <i>идентификации объекта</i> для расчета его надежности?</p>

	<p>75. Назовите и обоснуйте основные методы формирования требуемого уровня надежности оборудования на этапе проектирования.</p> <p>76. Назовите основные методы формирования требуемого уровня надежности оборудования на этапе проектирования.</p> <p>77. Как организовать ускорение испытаний.</p> <p>78. Результаты и анализ эксплуатационных наблюдений.</p> <p>79. Цели и задачи испытаний оборудования.</p> <p>80. Организация и порядок проведения испытаний оборудования</p> <p>81. Стендовые испытания оборудования.</p> <p>82. Коэффициент готовности системы.</p> <p>83. Система профилактики планово-предупредительных ремонтов</p> <p>84. Организация поддержания работоспособного состояния машин в процессе их эксплуатации</p> <p>85. Методы организации технического обслуживания оборудования</p> <p>86. Моделирование процесса прогнозирования надежности машин и аппаратов производства, виды прогнозирования.</p> <p>87. Диагностические признаки и параметры прогнозирования состояний объектов</p> <p>88. Цели, источники, методы сбора информации</p> <p>89. Планирование хронометражных наблюдений.</p> <p>90. Обработка статистической информации.</p> <p>91. Определение параметров распределения.</p> <p>92. Модели профилактики машин</p> <p>93. Выбор интервала профилактической замены для различных групп деталей.</p> <p>94. Модели профилактики планового и аварийного ремонтов.</p> <p>95. Расчет количества запасных частей</p> <p>96. Последовательность действий при формировании стратегии обслуживания оборудования.</p> <p>97. Какие проблемы надежности возникают при производстве и эксплуатации на пример электрических машин?</p> <p>98. Какими показателями определяется надежность например электрических машин?</p> <p>99. Какие узлы на пример электрических машин определяют их надежность?</p> <p>100. Какими факторами определяется надежность, коллекторно-щеточного узла?</p> <p>101. что представляют собой математические модели надежности на пример электрических машин и их основных узлов?</p> <p>6. Какие существуют критерии работоспособности и отказов узлов машин?</p> <p>102. Чем определяется надежность контактных колес на пример электрических машин?</p> <p>103. Какие факторы влияют на износ подшипников на пример электрических машин?</p> <p>104. Как влияют условия работы подшипниковых узлов на их работоспособность?</p>
--	---

	<p>105. Чем определяется прочность сцепления соединений с натягом?</p> <p>106. Что такое коэффициент вариации натяга и как он рассчитывается?</p> <p>107. Как определяется вероятность безотказной работы соединения с натягом по критерию прочности сцепления?</p> <p>108. Как рассчитывается результирующая надежность соединений с натягом?</p> <p>109. Какими факторами определяется надежность сварного соединения?</p> <p>110. Каковы диапазоны рассеяния предела выносливости для различных видов сварных соединений?</p> <p>111. Как проводится вероятностный расчет сопротивления усталости сварных соединений?</p> <p>112. Какие возникают напряжения в болте от силы затяжки и внешней нагрузки?</p> <p>113. Как определяется вероятность безотказной работы болтового соединения по критериям нераскрытия стыка и не сдвигаемости стыка?</p> <p>114. Как рассчитывается вероятность безотказной работы болтового соединения по критериям статической прочности и сопротивления усталости?</p>
--	---

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

Курсовой проект/ курсовая работа не предусмотрены по рабочему плану

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

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты практических работ.

**Практические работы.** Включают в себя освоение необходимых теоретических вопросов ответы на контрольные вопросы в виде устного собеседования. Защита практических работ возможна после проверки правильности решения практического задания и оформления ответов на контрольные опросы. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме практической работы. Примерный перечень контрольных вопросов для их защиты представлен в таблице п. 5.3.1.

<p><b>1. Применение теорем сложения и умножения вероятностей для расчетов надежности машин и оборудования</b></p>	<p>1. Какие события называются совместными, противоположными, зависимыми, независимыми?</p> <p>2. В каких случаях применяются теоремы сложения и умножения вероятностей?</p> <p>3. Какие показатели надежности вы знаете, дайте характеристику?</p> <p>4. Дайте определения: объект, изделие, техническая система, элемент.</p> <p>5. Дайте определение основных технических состояний объекта (исправное состояние неисправное состояние работоспособное состояние неработоспособное состояние предельное состояние).</p>
<p><b>2. Определение вероятности появления различного числа отказов машин и оборудования за период заданной наработки</b></p>	<p>1. В каких случаях используется формула Бернулли?</p> <p>2. Какие опыты называются независимые?</p> <p>3. Какие опыты называются повторяющимися?</p> <p>4. В каких случаях для расчетов используется формула Пуассона?</p> <p>5. При каких значениях и разницей в результатах расчетов по формулам Бернулли и Пуассона можно пренебречь?</p>

	<p>6. Какие измеряемые параметры в определении надежности вы знаете?</p> <p>7. Какие специфические особенности вопросов надежности рассматриваются?</p> <p>С чем связано абсолютное изменение качества?</p>
<p><b>3. Использование аналитического выражения закона распределения непрерывных случайных величин для расчета вероятности безотказной работы <math>P(t)</math> машин и оборудования для заданного времени <math>t</math>, их работы и вероятности попадания случайной величины в заданный интервал</b></p>	<p>1. При каких условиях случайные величины распределены по всем рассмотренным видам законов распределения?</p> <p>2. Что такое коэффициент вариации?</p> <p>3. Биноминальный закон распределения случайной величины?</p> <p>4. Нормальный закон непрерывных распределений случайной величины.</p> <p>5. Логарифмически-нормальный закон непрерывных распределений случайной величины.</p> <p>6. Распределение Вейбула.</p> <p>7. Экспоненциальный закон непрерывных распределений случайной величины.</p> <p>8. Гамма-закон непрерывных распределений случайной величины.</p> <p>9. Усечено-нормальный закон распределений случайной величины.</p>
<p><b>4. Распределение гамма-процентного ресурса машин и оборудования при известном среднем ресурсе до первого капитального ремонта и коэффициенте вариации ресурса</b></p>	<p>1. Что такое средний ресурс, как он определяется?</p> <p>2. Что такое гамма-процентный ресурс, как он определяется?</p> <p>3. Какие законы распределения случайной величины вы знаете?</p> <p>4. Перечислите и дайте определения показателям долговечности объекта (технический ресурс, доремонтный ресурс, послеремонтный ресурс, полный ресурс, назначенный ресурс, назначенный срок службы, назначенный срок хранения).</p> <p>5. Перечислите и дайте определения показателям долговечности части объекта (ресурс, средний ресурс, средний ресурс между средними (капитальными) ремонтами, срок службы, срок сохраняемости, остаточный ресурс).</p> <p>6. Как определить среднее время восстановления</p> <p>7. Как определить интенсивность восстановления изделия.</p> <p>8. Перечислите понятия и дайте определение, охватывающие основные технические состояния объекта (исправное состояние, неисправное состояние, работоспособное состояние, неработоспособное состояние, предельное состояние).</p> <p>9. Перечислите понятия и дайте определение временным понятиям надежности (наработка на отказ, наработка до отказа, наработка между отказами, время восстановления).</p>
<p><b>5. Определение количественных показателей надежности машин и оборудования на основании эксплуатационных данных систем, состоящих из последовательно взаимодействующих элементов</b></p>	<p>1. Что характеризует удельное время восстановления системы?</p> <p>2. Что такое коэффициент готовности?</p> <p>3. Назовите другие способы определения коэффициента готовности.</p> <p>4. Перечислите и дайте определения показателям ремонтпригодности.</p> <p>5. Что представляет собой интенсивность восстановления.</p>
<p><b>6. Структурные формулы надежности и анализ структурных состояний средств механизации производства</b></p>	<p>1. График отказов, поток отказов элементов системы, формирование потока отказов.</p> <p>2. Базовая структурная формула для комплекса и ее сочетания, а так же для комплектов машин с вырожденными элементами при последовательной технологической связи.</p> <p>3. Поток отказов при параллельной технологической связи функциональных машин.</p> <p>4. Критерии структурного резервирования пищевого оборудования</p> <p>5. Кратность резервирования пищевого оборудования</p> <p>6. Смешанное резервирование, пример расчета.</p>
<p><b>7. Расчет вероятности безотказной работы и определение средней наработки до отказа систем при различных структурных схемах взаимодействия элементов и способах их резервирования</b></p>	<p>1. График отказов, поток отказов элементов системы, формирование потока отказов.</p> <p>2. Базовая структурная формула для комплекса и ее сочетания, а так же для комплектов машин с вырожденными элементами при последовательной технологической связи.</p> <p>3. Поток отказов при параллельной технологической связи функциональных машин.</p> <p>4. Структурные формулы надежности средств механизации, наработка на отказ <math>T_o</math> и вероятность безотказной работы <math>P(t)</math> систем оборудования.</p> <p>5. Критерии структурного резервирования пищевого оборудования.</p>

	6. Кратность резервирования пищевого оборудования. 7. Смешанное резервирование, пример расчета. 8. На примере роликоопоры грузовой ветви ленточного конвейера сформировать ее структурную схему с использованием функционального анализа.
<b>8. Расчет необходимого количества запчастей для ликвидации отказов машин и оборудования</b>	1. Как определяется среднее количество запасных элементов? 2. Что определяет коэффициент запаса? 3. От каких факторов зависит вероятность обеспечения потребности в запасных частях?
<b>9. Расчет предельной величины параметра технического состояния элемента</b>	1. Что характеризует параметр технического состояния элемента? 2. От каких факторов зависит скорость изменения параметра технического состояния элемента? 3. Какие факторы влияют на предельное значение параметра технического состояния?
<b>10. Расчет надежностей соединений (с натягом, резьбовых соединений)</b>	1. Чем отличается прочность сцепления соединений с натягом? 2. Что такое коэффициент вариации натяга и как он рассчитывается? 3. Какие напряжения возникают в болте от силы затяжки и внешней нагрузки? 4. Как определяется вероятность безотказной работы болтового соединения по критериям нераскрытия стыка и несдвигаемости стыка?

#### Критерии устного собеседования по практической работе

	Критерии оценивания
Зачёт практической работы	<i>Студент ответил на теоретический вопрос с небольшими неточностями. Владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при ответах на вопросы. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
Не зачёт практической работы	<i>При ответе на теоретический вопрос студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

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

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме экзамена.

Экзамен включает одну теоретическую часть: (2 вопроса). Для подготовки к ответу на вопросы и задания билета, который студент выбирает случайным образом, отводится время в пределах 45 минут. После ответа на теоретические вопросы билета (письменно), преподаватель задает дополнительные вопросы для ответа устно.

Распределение вопросов и заданий по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

При промежуточной аттестации в форме экзамена: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

#### 1. Критерии оценивания достижений в соответствии с компетенцией УК-3.

Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.

**Индикатор УК-3.1.** Определяет стратегию организовывать и руководить работой команды для изучения и применения законов теории надежности для ее обеспечения у машин и оборудования.

**Критериями оценивания достижений показателей являются:**

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знания положений теории обеспечения надежности при проектировании машин и оборудования.
Умения	Умения применять стратегию организации мероприятий по обеспечению надежности.
Навыки	Владеть методиками разработки цели и задач для применения законов теории надежности для ее обеспечения у машин и оборудования.

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
Знания положений теории обеспечения надежности при проектировании машин и оборудования.	Не знает значительной части положений теории обеспечения надежности при проектировании машин и оборудования	Знает основной материал положений теории обеспечения надежности при проектировании машин и оборудования, не усвоил деталей	Знает положения теории обеспечения надежности при проектировании машин и оборудования в достаточном объеме и на хорошем уровне	Знает в полном объеме и на высоком уровне положения теории обеспечения надежности при проектировании машин и оборудования, владеет дополнительными знаниями

**Оценка сформированности компетенции по показателю Умения.**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умения применять стратегию организации мероприятий по обеспечению надежности.	Не умеет применять стратегию организации мероприятий по обеспечению надежности.	Умеет применять стратегию организации мероприятий по обеспечению надежности, но совершает ошибки	Умеет применять стратегию организации мероприятий по обеспечению надежности в достаточном объеме и на	Умеет в полном объеме и на высоком уровне применять стратегию организации мероприятий по обеспечению

			хорошем уровне	надежности.
--	--	--	----------------	-------------

## Оценка сформированности компетенции по показателю **Навыки**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть методиками разработки цели и задач для применения законов теории надежности для ее обеспечения у машин и оборудования	Не владеет методиками разработки цели и задач для применения законов теории надежности для ее обеспечения у машин и оборудования	Владеет методиками разработки цели и задач для применения законов теории надежности для ее обеспечения у машин и оборудования, но допускает неточности	Владеет методиками разработки цели и задач для применения законов теории надежности для ее обеспечения у машин и оборудования в достаточном объеме и на хорошем уровне	Владеет в полном объеме и на высоком уровне методиками разработки цели и задач для применения законов теории надежности для ее обеспечения у машин и оборудования

## 2. Критерии оценивания достижений в соответствии с компетенцией **ОПК-9**. Способен разрабатывать новое технологическое оборудование.

**Индикатор ОПК-9.1.** Разрабатывает практические мероприятия по обеспечению надежности на этапе проектирования нового технологического оборудования.

### Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знает статистические приемы и математический вероятностный аппарат теории надежности.
Умения	Умеет производить анализ структурных состояний разрабатываемых машин и оборудования; расчет показателей их надежности.
Навыки	Владеет методиками расчета показателей надежности реальных объектов.

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
Знает статистические приемы и математический вероятностный аппарат теории надежности	Не знает значительной части статистических приемов и математический вероятностный аппарат теории надежности	Знает основной материал статистических приемов и математический вероятностный аппарат теории надежности, не усвоил деталей	Знает статистические приемы и математический вероятностный аппарат теории надежности в достаточном объеме и на хорошем уровне	Знает в полном объеме и на высоком уровне статистические приемы и математический вероятностный аппарат теории надежности, владеет дополнительными знаниями

### Оценка сформированности компетенции по показателю **Умения**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умеет производить анализ структурных состояний разрабатываемых машин и оборудования; расчет показателей их надежности	Не умеет производить анализ структурных состояний разрабатываемых машин и оборудования; расчет показателей их надежности	Умеет производить анализ структурных состояний разрабатываемых машин и оборудования; расчет показателей их надежности, но совершает ошибки	Умеет производить анализ структурных состояний разрабатываемых машин и оборудования; расчет показателей их надежности в достаточном объеме и на хорошем уровне	Умеет в полном объеме и на высоком уровне производить анализ структурных состояний разрабатываемых машин и оборудования; расчет показателей их надежности

### Оценка сформированности компетенции по показателю **Навыки**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеет методиками расчета показателей надежности реальных объектов	Не владеет методиками расчета показателей надежности реальных объектов	Владеет методиками расчета показателей надежности реальных объектов, но допускает неточности	Владеет методиками расчета показателей надежности реальных объектов в достаточном объеме и на хорошем уровне	Владеет в полном объеме и на высоком уровне методиками расчета показателей надежности реальных объектов

**Индикатор ОПК-9.2.** Обеспечивает работоспособность, ремонтпригодность машин и оборудования на стадии их разработки.

**Критериями оценивания достижений показателей являются:**

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знает приемы резервирования оборудования, особенности обеспечения работоспособности и ремонтпригодности восстанавливаемых изделий машин и оборудования.
Умения	Умеет планировать мероприятия по обеспечению надежности машин и оборудования на стадии разработки.
Навыки	Владеет методами сервисного прогнозирования и расчета различных показателей машин и оборудования при разработке с учетом предполагаемых условий 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
Знает приемы резервирования оборудования, особенности обеспечения работоспособности и ремонтпригодности восстанавливаемых изделий машин и оборудования	Не знает значительной части приемов резервирования оборудования, особенности обеспечения работоспособности и ремонтпригодности восстанавливаемых изделий машин и оборудования	Знает основной материал приемов резервирования оборудования, особенности обеспечения работоспособности и ремонтпригодности восстанавливаемых изделий машин и оборудования, не усвоил деталей	Знает приемы резервирования оборудования, особенности обеспечения работоспособности и ремонтпригодности восстанавливаемых изделий машин и оборудования в достаточном объеме и на хорошем уровне	Знает в полном объеме и на высоком уровне приемы резервирования оборудования, особенности обеспечения работоспособности и ремонтпригодности восстанавливаемых изделий машин и оборудования

**Оценка сформированности компетенции по показателю Умения.**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умеет планировать мероприятия по обеспечению	Не умеет планировать мероприятия по обеспечению	Умеет планировать мероприятия по обеспечению	Умеет планировать мероприятия по обеспечению	Умеет в полном объеме и на высоком уровне планировать

надежности машин и оборудования на стадии разработки.	надежности машин и оборудования на стадии разработки	надежности машин и оборудования на стадии разработки, но совершает ошибки	надежности машин и оборудования на стадии разработки в достаточном объеме и на хорошем уровне	мероприятия по обеспечению надежности машин и оборудования на стадии разработки
---	--	---	---	---

### Оценка сформированности компетенции по показателю **Навыки**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеет методами сервисного прогнозирования и расчета различных показателей машин и оборудования при разработке с учетом предполагаемых условий эксплуатации	Не владеет методами сервисного прогнозирования и расчета различных показателей машин и оборудования при разработке с учетом предполагаемых условий эксплуатации	Владеет методами сервисного прогнозирования и расчета различных показателей машин и оборудования при разработке с учетом предполагаемых условий эксплуатации, но допускает неточности	Владеет методами сервисного прогнозирования и расчета различных показателей машин и оборудования при разработке с учетом предполагаемых условий эксплуатации в достаточном объеме и на хорошем уровне	Владеет в полном объеме и на высоком уровне методами сервисного прогнозирования и расчета различных показателей машин и оборудования при разработке с учетом предполагаемых условий эксплуатации

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
5	<i>Студент полностью и правильно ответил на теоретические вопросы билета. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при ответах на вопросы, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения. Студент правильно выполнил практическое задание билета, правильно использовал методику решения задачи, самостоятельно сформулировал полные, обоснованные и аргументированные выводы. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при ответах на вопросы. Студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями, использовал общую методику решения задачи, сформулировал достаточные выводы. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Студент владеет теоретическим материалом, присутствуют незначительные ошибки при ответах на вопросы. Студент выполнил</i>

	<i>практическое задание билета с существенными неточностями. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	<i>При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. Студент допустил существенные ошибки при использовании общей методики решения задачи. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

## 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	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Учебная аудитория для проведения поточных лекций	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, экран, компьютер, ноутбук
3	Учебная аудитория для проведения практических занятий, консультаций, экзамена, самостоятельной работы	Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
	MAPLE 13	Лицензия №YM8LE7LRZTRKJCNV MapleSoft
	AutoCAD 2017	Autodesk Education Master Suite (№ лиц. 7053026340).
	SolidWorks 2017-2018	Лицензионный договор № L010317-7 Лицензия

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
		DassaultSystemes
	NX (Nastran)	Лицензионный договор №1114/16 от 24.11.2016 Лицензия Siemens PLM Software

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

1. Лозовая, С. Ю. Теория обеспечения надежности машин и оборудования : учеб. пособие для студентов специальности 15.04.02 – Технологические машины и оборудование / С. Ю. Лозовая ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2018. - 224 с.

2.. Лозовая, С. Ю. Теоретические основы расчета надежности машин и механизмов : методические указания к выполнению практических работ : учеб. пособие для студентов специальности 15.04.02 - Технологические машины и оборудование / С. Ю. Лозовая. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2018. - 83 с.

3. Надежность машин и механизмов [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Черкасов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 272 с. — 978-5-7264-1184-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60823.html>

4. Основы надежности машин [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.М. Зубрилина [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2010. — 120 с. — 978-5-9596-0706-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47328.html>

5. Абиев Р.Ш. Надежность механического оборудования и комплексов [Электронный ресурс] : учебник / Р.Ш. Абиев, В.Г. Струков. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Проспект Науки, 2017. — 224 с. — 978-5-903090-78-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35791.html>

6. Лозовая, С.Ю. Математические основы надежности горных машин и оборудования/ Учебное пособие Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 224 с. <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015040211355929900000659146>

7. Лозовая, С.Ю. Обеспечение надежности горных машин и оборудования/ Практикум: учеб.пособие – Белгород: из-во БГТУ, 2011. – 70 с. <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015012114240117100000657128>

8. Лозовая, С.Ю. Теоретические основы расчета надежности машин и механизмов/ учеб.пособие– Белгород: из-во БГТУ, 2012. – 186 с. [http://irbis.bstu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_12/cgiirbis\\_64.exe](http://irbis.bstu.ru/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe)

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

1. Сайт ВАК Минобрнауки РФ <http://vak.ed.gov.ru/>
2. Электронная библиотека «Книгафонд» <http://knigafund.ru/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru/>
4. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>
5. Центральная пресса России <http://www.ivis.ru/>
6. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru/>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями<sup>1</sup>

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

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

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

---

<sup>1</sup> Нужно подчеркнуть