

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


С.С. Латышев
« 25 » мая 20 21 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Математические основы надежности горных машин и оборудования

направление подготовки (специальность):

21.05.04 Горное дело

Направленность программы (профиль, специализация):

Горные машины и оборудование

Квалификация

Горный инженер

Форма обучения

Очная

Институт технологического оборудования и машиностроения

Кафедра: Механическое оборудования

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 21.05.04 «Горное дело», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 12 августа 2020 г. № 987
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

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

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 11 » мая 2021 г., протокол № 22

Заведующий кафедрой: д-р, техн. наук, доц.  (В.С. Богданов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей(ими) кафедрой
«Механическое оборудование»
(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой: д-р, техн. наук, доц.  (В.С. Богданов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 11 » мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 25 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доц.  (П.С. Горшков)
(ученая степень и звание, подпись) (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
отсутствует	ПК-2. Способен эксплуатировать оборудование и технические системы обеспечения эффективной и безопасной реализации технологических процессов при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов различного назначения	ПК-2.1. Разрабатывает практические мероприятия по обеспечению надежности при эксплуатации горных машин и оборудования.	Знает статистические приемы и математический вероятностный аппарат теории надежности. Умеет производить анализ структурных состояний эксплуатируемых горных машин и оборудования; расчет показателей их надежности. Владеет методиками расчета показателей надежности реальных объектов.
		ПК-2.2. Обеспечивает работоспособность, ремонтпригодность горных машин и оборудования при эксплуатации.	Знает приемы резервирования оборудования, особенности обеспечения работоспособности и ремонтпригодности восстанавливаемых изделий горных машин и оборудования. Умеет планировать мероприятия по обеспечению надежности горных машин и оборудования на стадии их эксплуатации. Владеет методами сервисного прогнозирования и расчета различных показателей горных машин и оборудования при эксплуатации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2. Способен эксплуатировать оборудование и технические системы обеспечения эффективной и безопасной реализации технологических процессов при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов различного назначения.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины ¹
1	Горные машины и оборудование подземных горных работ
2	Механическое оборудование карьеров
3	Гидравлика и гидропневмопривод
4	Математические основы надёжности горных машин и оборудования
5	Механическое оборудование по обогащению полезных ископаемых
6	Грузоподъемные машины и механизмы
7	Подъёмно-транспортные машины
8	Транспортные машины
9	Преддипломная практика

¹ В таблице должны быть представлены все дисциплины и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки²:

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы ³	Всего часов	Семестр № 9
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	55	55
лекции	17	17
лабораторные	-	-
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ⁴	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	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

² если дисциплина не реализуется в рамках практической подготовки – предложение убрать

³ в соответствии с ЛНА предусматривать

- не менее 0,5 академического часа самостоятельной работы на 1 час лекций,
- не менее 1 академического часа самостоятельной работы на 1 час лабораторных и практических занятий,
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 экзамен
- 54 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовой проект, включая подготовку проекта, индивидуальные консультации и защиту
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 18 академических часов самостоятельной работы на 1 расчетно-графическую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 9 академических часов самостоятельной работы на 1 индивидуальное домашнее задание, включая подготовку задания, индивидуальные консультации и защиту
- не менее 2 академических часов самостоятельной работы на консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации

⁴ включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 5 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 горных 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 горных машин и оборудования при эксплуатации	2	8		8
5.2	Обеспечение надежности горных машин в процессе эксплуатации	3	4		8
6.	Сервисное прогнозирование и расчет различных показателей горных машин и оборудования при разработке с учетом износа				
6.1	Отказы восстанавливаемых изделий для обеспечения надежности при эксплуатации машин и оборудования.	1			1
6.2	Методы сервисного формирования и обеспечения горных машин и оборудования	2			2
6.3	Расчет показателей надежности реальных объектов (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 горных машин и оборудования	2	2
2	Математический аппарат теории вероятности	Определение вероятности появления различного числа отказов горных 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 $P(t)$ горных 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 горных 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 горных машин	6	6
ИТОГО:			34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрены учебным планом

4.4. Содержание курсового проекта/работы⁵

Курсовой проект/работа учебным планом не предусмотрены.

⁵ Если выполнение курсового проекта/курсовой работы нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

4.5. Содержание индивидуальных домашних заданий⁶

Результаты обучения, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности проводятся по двум формам контроля: текущей и промежуточной.

Текущий контроль осуществляется в течение всего времени изучения дисциплины в виде защиты практических занятий и выполнения индивидуальных домашних заданий (ИДЗ).

Цель ИДЗ – развитие навыков расчета основных характеристик и технологических параметров надежности горных машин и оборудования. Оно выполняется студентами в соответствии с индивидуальными заданиями. Объем ИДЗ: 10-15 страниц формата А4.

Темы ИДЗ:

1. Структурные методы расчета надежности (общие сведения).
 2. Структурные методы расчета надежности.
 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. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-2. Способен эксплуатировать оборудование и технические системы обеспечения эффективной и безопасной реализации технологических процессов при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов различного назначения

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1. Разрабатывает практические мероприятия по обеспечению надежности при эксплуатации горных машин и оборудования.	Экзамен письменно, устные ответы на дополнительные вопросы по билету (лекции, практические занятия, самостоятельная работа), возможно собеседование по контрольным вопросам
ПК-2.2. Обеспечивает работоспособность, ремонтпригодность горных машин и оборудования при эксплуатации.	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 для экзамена

№ 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 горных машин

		<p>18. Периодичность технического обслуживания и ремонтов.</p> <p>19. Мероприятия по снижению затрат времени на ликвидацию отказов</p> <p>20. Расчет необходимого количества запасных частей</p>
4	Формирование потока отказов	<p>21. Случайные величины и их характеристика</p> <p>22. Способы задания дискретных случайных величин</p> <p>23. Способы задания непрерывных случайных величин. Экспоненциальный закон</p> <p>24. Способы задания непрерывных случайных величин. Нормальное распределение.</p> <p>25. Способы задания непрерывных случайных величин. Логарифмически нормальное распределение.</p> <p>26. Непрерывные случайные величины. Распределение Вейбулла</p> <p>27. Способы задания непрерывных случайных величин.</p>
5	Количественные значения показателей надежности	<p>28. Экономическая оценка надежности оборудования</p> <p>29. Оформление журнала хронометражных наблюдений за работой горно-проходческого оборудования</p> <p>30. Морфология технологической операции.</p> <p>31. Организация технологической линии</p> <p>32. Классификация линий</p> <p>33. Системы горных машин в перерабатывающих отраслях.</p> <p>34. Интегрирующие свойства оборудования.</p> <p>35. Совместимость составных частей линии.</p> <p>36. Пространственно-временная структура линий.</p> <p>37. Повышения устойчивости структуры линии.</p> <p>38. Обеспечение функциональной эффективности линии.</p> <p>39. Обеспечение надежности линии. Виды износов.</p> <p>40. Получение информации о надежности оборудования</p> <p>41. Способы получения информации о надежности горных машин</p> <p>42. Обработка статистической информации</p> <p>43. Специальные методы определения распределений случайных величин</p> <p>44. Расчет суммарных затрат на все виды ремонтов.</p> <p>45. Общая схема расчета надежности</p> <p>46. Идентификация объекта</p> <p>47. Методы расчета (принципы выбора, адекватность)</p> <p>48. Требования к методикам расчета</p> <p>49. Исходные данные</p> <p>50. Представление результатов расчета</p> <p>51. Методы прогнозирования надежности</p> <p>52. Структурные методы расчета надежности (общие сведения)</p> <p>53. Структурные методы расчета надежности (безотказность невосстанавливаемых объектов вида 1)</p> <p>54. Структурные методы расчета надежности (безотказность комплексных восстанавливаемых объектов вида 1)</p> <p>55. Схемы расчета T_T^M и T_{cp} 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 $K_{п}^M$</p>

		<p>59. Оптимизация периода длительных профилактических ремонтов</p> <p>60. Расчет коэффициент простоя системы горных машин и механизмов для различных технологических схем</p> <p>61. Схемы расчета коэффициента простоя оборудования при дублировании механизмов (технологические перерывы отсутствуют, $p = 0$)</p> <p>62. Схемы расчета коэффициента простоя оборудования при дублировании механизмов (при выходе из строя работающего механизма технологический перерыв имеет длительность p')</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 горных 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 горных машин в процессе их эксплуатации</p> <p>85. Методы организации технического обслуживания оборудования</p> <p>86. Моделирование процесса прогнозирования надежности горных 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. Чем определяется прочность сцепления соединений с натягом?</p> <p>98. Что такое коэффициент вариации натяга и как он рассчитывается?</p> <p>99. Как определяется вероятность безотказной работы соединения с натягом по критерию прочности сцепления?</p> <p>100. Как рассчитывается результирующая надежность соединений с натягом?</p> <p>101. Какими факторами определяется надежность сварного соединения?</p> <p>102. Каковы диапазоны рассеяния предела выносливости для различных видов сварных соединений?</p> <p>103. Как проводится вероятностный расчет сопротивления усталости сварных соединений?</p> <p>104. Какие возникают напряжения в болте от силы затяжки и внешней нагрузки?</p> <p>105. Как определяется вероятность безотказной работы болтового соединения по критериям нераскрытия стыка и не сдвигаемости стыка?</p> <p>106. 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 вопросы. 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>1. Применение теорем сложения и умножения вероятностей для расчетов надежности горных машин и оборудования</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие события называются совместными, противоположными, зависимыми, независимыми? 2. В каких случаях применяются теоремы сложения и умножения вероятностей? 3. Какие показатели надежности вы знаете, дайте характеристику? 4. Дайте определения: объект, изделие, техническая система, элемент. 5. Дайте определение основных технических состояний объекта (исправное состояние неисправное состояние работоспособное состояние неработоспособное состояние предельное состояние).
<p>2. Определение вероятности появления различного числа отказов горных машин и оборудования за период заданной наработки</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. В каких случаях используется формула Бернулли? 2. Какие опыты называются независимые? 3. Какие опыты называются повторяющимися? 4. В каких случаях для расчетов используется формула Пуассона? 5. При каких значениях и разницей в результатах расчетов по формулам Бернулли и Пуассона можно пренебречь? 6. Какие измеряемые параметры в определении надежности вы знаете? 7. Какие специфические особенности вопросов надежности рассматриваются? 8. С чем связано абсолютное изменение качества?
<p>3. Использование аналитического выражения закона распределения непрерывных случайных величин для расчета вероятности безотказной работы $P(t)$ горных машин и оборудования для заданного времени t, их работы и вероятности попадания случайной величины в заданный интервал</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. При каких условиях случайные величины распределены по всем рассмотренным видам законов распределения? 2. Что такое коэффициент вариации? 3. Биноминальный закон распределения случайной величины? 4. Нормальный закон непрерывных распределений случайной величины. 5. Логарифмически-нормальный закон непрерывных распределений случайной величины. 6. Распределение Вейбула. 7. Экспоненциальный закон непрерывных распределений случайной величины. 8. Гамма-закон непрерывных распределений случайной величины. 9. Усечено-нормальный закон распределений случайной величины.
<p>4. Распределение гамма-процентного ресурса горных машин и оборудования при известном среднем ресурсе до первого капитального ремонта и коэффициенте вариации ресурса</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое средний ресурс, как он определяется? 2. Что такое гамма-процентный ресурс, как он определяется? 3. Какие законы распределения случайной величины вы знаете? 4. Перечислите и дайте определения показателям долговечности объекта (технический ресурс, доремонтный ресурс, послеремонтный ресурс, полный ресурс, назначенный ресурс, назначенный срок службы, назначенный срок хранения). 5. Перечислите и дайте определения показателям долговечности части объекта (ресурс, средний ресурс, средний ресурс между средними (капитальными) ремонтами, срок службы, срок сохраняемости, остаточный ресурс). 6. Как определить среднее время восстановления 7. Как определить интенсивность восстановления изделия. 8. Перечислите понятия и дайте определение, охватывающие основные технические состояния объекта (исправное состояние

	<p>неисправное состояние работоспособное состояние неработоспособное состояние предельное состояние).</p> <p>9. Перечислите понятия и дайте определение временным понятиям надежности (наработка наработка до отказа наработка между отказами время восстановления).</p>
5. Определение количественных показателей надежности горных машин и оборудования на основании эксплуатационных данных систем, состоящих из последовательно взаимодействующих элементов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что характеризует удельное время восстановления системы? 2. Что такое коэффициент готовности? 3. Назовите другие способы определения коэффициента готовности. 4. Перечислите и дайте определения показателям ремонтпригодности. 5. Что представляет собой интенсивность восстановления.
6. Структурные формулы надежности и анализ структурных состояний средств механизации производства	<ol style="list-style-type: none"> 1. График отказов, поток отказов элементов системы, формирование потока отказов. 2. Базовая структурная формула для комплекса и ее сочетания, а так же для комплектов машин с вырожденными элементами при последовательной технологической связи. 3. Поток отказов при параллельной технологической связи функциональных машин. 4. Критерии структурного резервирования оборудования 5. Кратность резервирования оборудования 6. Смешанное резервирование, пример расчета.
7. Расчет вероятности безотказной работы и определение средней наработки до отказа систем при различных структурных схемах взаимодействия элементов и способах их резервирования	<ol style="list-style-type: none"> 1. График отказов, поток отказов элементов системы, формирование потока отказов. 2. Базовая структурная формула для комплекса и ее сочетания, а так же для комплектов машин с вырожденными элементами при последовательной технологической связи. 3. Поток отказов при параллельной технологической связи функциональных машин. 4. Структурные формулы надежности средств механизации, наработка на отказ T_o и вероятность безотказной работы $P(t)$ систем оборудования. 5. Критерии структурного резервирования оборудования. 6. Кратность резервирования оборудования. 7. Смешанное резервирование, пример расчета. 8. На примере роликкопоры грузовой ветви ленточного конвейера сформировать ее структурную схему с использованием функционального анализа.
8. Расчет необходимого количества запчастей для ликвидации отказов горных машин и оборудования	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как определяется среднее количество запасных элементов? 2. Что определяет коэффициент запаса? 3. От каких факторов зависит вероятность обеспечения потребности в запасных частях?
9. Расчет предельной величины параметра технического состояния элемента	<ol style="list-style-type: none"> 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?
10. Расчет надежностей соединений (с натягом, резьбовых соединений)	<ol style="list-style-type: none"> 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 – отлично⁷.

1. Критерии оценивания достижений в соответствии с компетенцией ПК-2

Способен эксплуатировать оборудование и технические системы обеспечения эффективной и безопасной реализации технологических процессов при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов различного назначения

Индикатор ПК-2.1. Разрабатывает практические мероприятия по обеспечению надежности при эксплуатации горных машин и 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 эксплуатируемых горных машин и оборудования; расчет показателей их надежности.
Навыки	Владеет методиками расчета показателей надежности реальных объектов.

⁷ В ходе текущей аттестации могут быть использованы балльно-рейтинговые шкалы.

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 эксплуатируемых горных машин и оборудования; расчет показателей их надежности.	Не умеет производить анализ структурных состояний эксплуатируемых горных машин и оборудования; расчет показателей их надежности	производить анализ структурных состояний эксплуатируемых горных машин и оборудования; расчет показателей их надежности, но совершает ошибки	Умеет производить анализ структурных состояний эксплуатируемых горных 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 эксплуатируемых горных 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	Владеет методиками расчета показателей надежности реальных объектов в	Владеет в полном объеме и на высоком уровне методиками расчета показателей надежности

		неточности	достаточном объеме и на хорошем уровне	реальных объектов
--	--	------------	--	----------------------

Индикатор ПК-2.2. Применяет в профессиональной деятельности теоретические знания и практические навыки по обеспечению работоспособности, ремонтпригодности горных машин и оборудования при эксплуатации.

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 горных машин и оборудования.
Умения	Умеет планировать мероприятия по обеспечению надежности горных машин и оборудования на стадии их эксплуатации.
Навыки	Владеет методами сервисного прогнозирования и расчета различных показателей горных машин и оборудования при с учетом 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 горных машин и оборудования	Не знает значительной части приемов резервирования оборудования, особенности обеспечения работоспособности и ремонтпригодности восстанавливаемых изделий горных машин и оборудования	Знает основной материал приемов резервирования оборудования, особенности обеспечения работоспособности и ремонтпригодности восстанавливаемых изделий горных машин и оборудования, не усвоил деталей	Знает приемы резервирования оборудования, особенности обеспечения работоспособности и ремонтпригодности изделий горных 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 горных машин и оборудования

Оценка сформированности компетенции по показателю **Умения**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5

Умеет планировать мероприятия по обеспечению надежности горных машин и оборудования при эксплуатации	Не умеет планировать мероприятия по обеспечению надежности горных машин и оборудования при эксплуатации	Умеет планировать мероприятия по обеспечению надежности горных машин и оборудования при эксплуатации, но совершает ошибки	Умеет планировать мероприятия по обеспечению надежности горных машин и оборудования при эксплуатации в достаточном объеме и на хорошем уровне	Умеет в полном объеме и на высоком уровне планировать мероприятия по обеспечению надежности горных машин и оборудования при эксплуатации
--	---	---	---	--

Оценка сформированности компетенции по показателю **Навыки**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеет методами сервисного прогнозирования и расчета различных показателей горных машин и оборудования при эксплуатации	Не владеет методами сервисного прогнозирования и расчета различных показателей машин и оборудования при 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 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 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</i>

	<i>неточностями. Студент владеет теоретическим материалом, присутствуют незначительные ошибки при ответах на вопросы. Студент выполнил 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

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 ПРОГРАММЫ⁸

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями⁹

Протокол № _____ заседания кафедры от «__» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

⁸ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

⁹ Нужно подчеркнуть