

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

Институт информатики, электроники и робототехники
Кафедра «Технология и оборудование автоматизированного производства»

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП _____ Ю.Н. Волошин
« _____ » _____ 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института _____ Б.В. Шогенов
« _____ » _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Направление подготовки
15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

Магистерская программа
«Современное оборудование хлебокондитерского и макаронного производств»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Нальчик 2024

Рабочая программа дисциплины **«Работоспособность технических систем»** / сост. Ю.Н. Волошин – Нальчик: КБГУ, 2024. –22 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины Б1.0.10 обязательной части магистерской программы магистрантам по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» 2-го курса в 3 семестре.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 – Технологические машины и оборудование (уровень магистратуры), (утв. приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 14 августа 2020 г. № 1026).

Содержание

1 Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	4
3 Требования к результатам освоения дисциплины.....	4
4 Содержание и структура дисциплины.....	5
5 Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	8
6 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	19
7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	19
8 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий.....	21
9 Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	21
Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины.....	22

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины – подготовка специалистов, обладающих комплексом знаний по оценке и обеспечению качества оборудования с точки зрения надежности в течение его жизненного цикла.

Задачи дисциплины

- изучение свойств надежности как комплексного показателя оценки работоспособности технических систем;
- изучение надежности сложных технических систем и методов повышения надежности резервированием;
- изучение видов и методов испытаний на надежность;
- изучение методов прогнозирования надежности машин на стадии проектирования;
- повышение надежности машин конструкторскими и технологическими методами, режимами эксплуатации и ремонтными воздействиями;
- изучение методов оценки технического состояния оборудования методами технической диагностики и неразрушающего контроля.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части магистерской программы Блока 1 дисциплин Б1.О.10. Основопологающей базой изучения дисциплины «Работоспособность технических систем» являются дисциплины: математические методы в инженерии; технологическое линии производства хлебокондитерских и макаронных изделий; основы научных исследований, современные системы управления качеством, а также знания, приобретенные в процессе прохождения ознакомительной практики и научно-исследовательской работы (учебная практика). Освоение материалов дисциплины «Работоспособность технических систем» необходимо для прохождения технологической и преддипломной практик и использования при выполнении выпускной квалификационной работы (ВКР).

3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у выпускника элементов следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» магистерской программы «Современное оборудование хлебокондитерского и макаронного производств»:

ОПК-11. Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании;

ОПК-11.1 Обладает необходимым комплексом знаний по физико-механическим свойствам, технологическим показателям и методам испытания материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании

ОПК-12. Способен разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.

ОПК-12.1 Способен проводить анализ современных методов исследования технологических машин и оборудования, оценки и апробации полученных результатов

ОПК-12.2 Способен решать задачи в области разработки современных методов исследования технологических машин и оборудования с использованием

метрологической и нормативной экспертизы, выработки критериев оценки и предоставления полученных результатов в виде отчетов, обзоров, статей

В результате освоения дисциплины магистрант должен:

Знать:

- З1** Основные понятия работоспособности и надежности;
- З2** Надежность сложных технических систем;
- З3** Испытания на надежность;
- З4** Прогнозирование надежности оборудования и направления её повышения;
- З5** Оценку технического состояния оборудования;

Уметь:

- У1** Рассчитать показатели надежности объекта и определить закон распределения показателей надежности;
- У2** Рассчитать вероятность состояния системы при последовательном и параллельном соединении элементов;
- У3** Выбрать и рассчитать план испытаний на надежность;
- У4** Рассчитать прогнозируемую надежность объекта методами математического моделирования и определить пути повышения надежности конструкторскими и технологическими методами;
- У5** Произвести оценку технического состояния объекта статистическими методами распознавания и методами неразрушающего контроля и диагностирования.

Владеть:

- В1** Методикой расчета показателей надежности объекта и определения законов распределения показателя надежности;
- В2** Методикой расчета вероятности состояния системы при последовательном и параллельном соединении элементов;
- В3** Методикой выбора и расчета планов испытаний на надежность;
- В4** Методикой расчета прогнозируемой надежности объекта методами математического моделирования;
- В5** Навыками оценки технического состояния объекта методами неразрушающего контроля и диагностирования. Расчета технического состояния объекта статистическими методами распознавания

4 Содержание и структура дисциплины

Содержание разделов дисциплины

Номер раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируемая компетенция (часть компетенции)	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1	Основные понятия работоспособности и надежности	Основная терминология работоспособности и надежности; общие принципы обеспечения надежности;	ОПК–11 ОПК-12	Выполнение практических занятий, коллоквиум,

		стандартизация в области надежности; основные понятия и свойства надежности (безотказность, долговечность, ремонтпригодность. сохраняемость); математический аппарат прикладной теории надежности; законы распределения случайных величин; физические основы надежности.		реферат.
2	Надежность сложных технических систем	Последовательное, параллельное и комбинированное соединение элементов системы; методы расчета сложных технических систем; методы анализа надежности сложных технических систем с помощью дерева отказов; способы и типы резервирования; методы расчета надежности для различных типов резервов; задачи надежности и прочности.	ОПК–11 ОПК-12 3	Выполнение практических занятий, коллоквиум, реферат.
3	Испытания на надежность	Классификация видов испытаний; определительные испытания, планы испытаний и их расчет; контрольные испытания, виды испытаний и графики планов испытаний, критерии выбора планов, правила принятия решений; лабораторные, стендовые и эксплуатационные испытания.	ОПК–11 ОПК-12	Выполнение практических занятий, коллоквиум, реферат.
4	Прогнозирование надежности оборудования и направления повышения её	Цели и задачи прогнозирования, методы прогнозирования (эвристические методы, методы математического и физического моделирования), оценка качества прогнозирования надежности машин; прогнозирование надежности методам Монте-Карло и комбинаторно-матричным методом, конструкторские и технологические методы	ОПК–11 ОПК-12	Выполнение практических занятий, коллоквиум, реферат.

		повышения надежности машин, эксплуатационные и ремонтные мероприятия; экономическая эффективность мероприятий по повышению надежности.		
5	Оценка технического состояния оборудования	Основные термины и определения технической диагностики; модели объектов диагностирования; статистические методы распознавания (методы Байеса, статистических решений, последовательного анализа); методы неразрушающего контроля и диагностирования (механические, акустические, вихревые, магнитные, проникающими веществами); диагностирование типовых узлов и деталей	ОПК–11 ОПК-12	Выполнение практических занятий, коллоквиум, реферат.

Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа)

Вид работ	Трудоемкость, часов
Общая трудоемкость	144
Контактная работа:	54
Лекции	18
Практические занятия	36
Самостоятельная работа, в. ч. контактная работа	81
Самостоятельное изучение разделов	41
Реферат	15
Самоподготовка (текущие занятия, рубежный контроль)	25
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9
Вид промежуточной аттестации	Зачет с оценкой

Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1	Основная терминология работоспособности и надежности, свойства и показатели надежности;
2	Математический аппарат прикладной теории надежности, законы распределения случайных величин
3	Последовательное и параллельное соединение элементов системы, резервирование
4	Классификация испытаний, определительные испытания, планы испытаний на надежность
5	Контрольные испытания на надежность
6	Методы прогнозирования надежности оборудования, метод

	Монте-Карло
7	Комбинаторно-матричный метод прогнозирования надежности оборудования
8	Основные термины и определения технической диагностики, статистические методы распознавания
9	Методы неразрушающего контроля и диагностирования

Практические занятия

№ п/п	Тема
1	Выбор закона распределения показателей надежности
2	Расчет показателей надежности сложных технических систем
3	Выбор и расчет плана испытаний на надежность
4	Расчет вероятности состояния объекта методом Байеса
5	Расчет вероятности состояния объекта методом статистических решений

Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Комплексные показатели надежности
2	Физические основы надежности
3	Виды трения, условие всплывания цапфы
4	Задачи надежности и прочности.
5	Лабораторные и стендовые испытания на надежность
6	Эксплуатационные испытания на надежность
7	Прогнозирование надежности машин методом Монте-Карло
8	Механические методы неразрушающего контроля
9	Вихревые методы контроля и диагностирования
10	Акустические методы контроля и диагностирования

5 Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «**знать**», «**уметь**», «**владеть**», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всех этапов изучения дисциплины в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий и рубежный контроль, промежуточная аттестация.**

Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости

Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Работоспособность технических систем» и осуществляется в виде ответов на теоретические вопросы дисциплины, выполнения практических работ, подготовку рефератов.

Практические занятия (контролируемые компетенции ОПК–11, ОПК-12)

К каждой точке рубежного контроля студент должен выполнить две практические работы из таблицы «Практические занятия», за что ему максимально может быть начислено 6 баллов.

Типовые задания для оценки контролируемых компетенций на практических занятиях.

Задание 1 Для работы системы с последовательным соединением элементов при полной нагрузке необходимы два разнотипных насоса. Насосы имеют постоянные интенсивности отказов λ_1 и λ_2 . Определить среднее время и вероятность безотказной работы данной системы в течение заданного промежутка времени t в соответствии с исходными данными таблицы. Предполагается, что оба насоса начинают работать в момент времени $t=0$.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\lambda_1, \text{ч}^{-1}$	0,0001	0,0002	0,0003	0,0004	0,0005	0,0006	0,0007	0,0008	0,0009	0,001
$\lambda_2, \text{ч}^{-1}$	0,001	0,0009	0,0008	0,0007	0,0006	0,0005	0,0004	0,0003	0,0002	0,0001
$t, \text{ч}$	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140

Задание 2 Определить безотказность работы системы из четырёх элементов (рисунок 1), если известны значения вероятности безотказной работы каждого элемента P_1, P_2, P_3 , приведенные в таблице

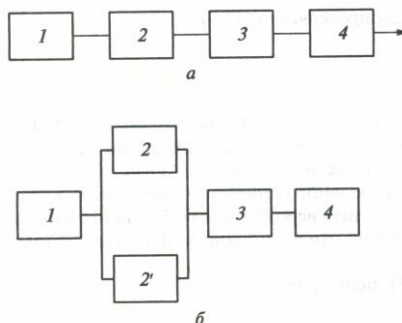


Рисунок 1 – Схема для расчёта системы из четырёх элементов

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_1	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90
P_2	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81
P_3	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87
P_4	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92

Задание 3 Два одинаковых устройства работают в системе с резервированием, если одно из них выходит из строя, то другое способно работать при полной системной нагрузке. Определить вероятность безотказной работы системы и среднюю наработку на

отказ в течение t часов при условии, что интенсивность отказов устройств постоянны и равны λ , отказы устройств статистически независимы, и оба устройства начинают работать в момент времени $t=0$.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\lambda, \text{ч}^{-1}$	0,0001	0,0002	0,0003	0,0004	0,0005	0,0006	0,0007	0,0008	0,0009	0,001
$t, \text{ч}$	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650

Задание 4 Определить вероятность безотказной работы и среднюю наработку на отказ системы, состоящей из пяти независимых и одинаковых (идентичных) элементов соединённых по схеме, представленной на рисунке 2. Данные для расчета по λ и t представлены в таблице, все элементы начинают работать в момент времени $t=0$.

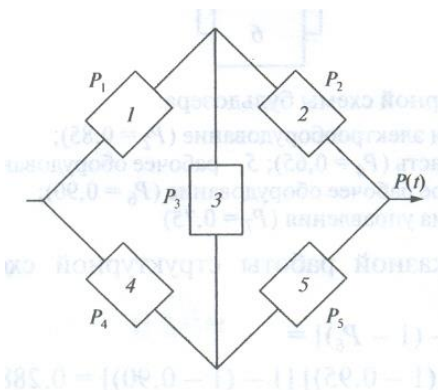


Рисунок 2— Схема системы из пяти независимых элементов

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
λ	0,0001	0,0002	0,0003	0,0004	0,0005	0,0006	0,0007	0,0008	0,0009	0,001
t	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200

Задание 5 Для плана испытаний NUN для совокупностей неограниченного объема и нормальном законе распределения случайных величин с коэффициентом вариации v определить число испытаний N , чтобы с доверительной вероятностью q предельная относительная ошибка ε в определении среднего ресурса не превышала данных приведенных в таблице.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
q	0,80	0,85	0,90	0,95	0,99	0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
ε	0,05	0,10	0,10	0,20	0,05	0,10	0,05	0,05	0,20	0,30
v	0,40	0,35	0,35	0,30	0,20	0,30	0,25	0,15	0,35	0,25

Задание 6 Для плана испытаний NUT и экспоненциальном законе распределения случайных величин ($v = 1$) определить продолжительность испытаний T , чтобы с доверительной вероятностью q предельная относительная ошибка ε в оценке средней наработки до отказа не превышала данных приведенных в таблице. Ориентировочное значение оцениваемой средней наработки до отказа T_{cp} , количество выделенных для испытаний изделий N приведены в таблице.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ε	0,05	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,15
q	0,80	0,80	0,90	0,80	0,90	0,95	0,90	0,95	0,99	0,99
T_{cp}	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500
N	400	150	250	100	150	200	100	150	150	400

Реферат (контролируемые компетенции ОПК–11, ОПК-12)

Реферат – продукт самостоятельной работы студента на определенную тему, включающий письменный обзор соответствующих литературных и других источников на заданную тему с формулированием собственных выводов по изученному материалу.

Структура реферата должна содержать: содержание, введение, основную часть, заключение в виде выводов, источники информации. Общий объем реферата может составлять до 20 листов машинописного текста (шрифт 14 Times New Roman, 1,5 интервал). Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20 мм. Оценивание проводится с учетом количества обработанных источников, качества оформления реферата, ответов на вопросы по реферату.

В рамках реферата студент освещает состояние вопроса по одной из перечисленных тем, за что ему максимально может быть начислено 2 балла по одной контрольной точке.

- 1 Основные понятия работоспособности технических систем
- 2 Свойства и показатели надежности
- 3 Случайные величины, законы распределения случайных величин
- 4 Потеря работоспособности за счет изнашивания
- 5 Основные понятия сложной технической системы и пути повышения её надежности
- 6 Виды испытаний на надежность
- 7 Виды прогнозирования надежности машин
- 8 Методы обеспечения надежности машин
- 9 Техническая диагностика, модели, методы, инструментарий
- 10 Статистические методы оценки вероятности состояния объекта
- 11 Методы неразрушающего контроля и диагностирования состояния объекта

Оценочные материалы для рубежного контроля успеваемости

В рамках балльно-рейтинговых мероприятий студент трижды в семестр проходит рубежный контроль в форме коллоквиума. На коллоквиуме студент в устной или письменной форме отвечает на три вопроса из нижеприведенного перечня. Полный ответ с учетом дополнительных вопросов оценивается в 12 баллов на одну контрольную точку, за каждый вопрос максимально может быть начислено 4 балла

Коллоквиум (контролируемые компетенции ОПК–11 ОПК-12)

Рубежный контроль №1 (Вопросы к коллоквиуму)

- 1 Понятия работоспособности и общие принципы обеспечения надежности машин
- 2 Основные понятия и определения теории надежности
- 3 Безотказность, классификация отказов
- 4 Показатели безотказности
- 5 Долговечность, показатели долговечности
- 6 Ремонтопригодность, показатели ремонтопригодности
- 7 Сохраняемость, показатели сохраняемости
- 8 Комплексные показатели надежности
- 9 Дискретные и непрерывные случайные величины, частота и вероятность появления событий
- 11 Распределение дискретных и непрерывных случайных величин
- 12 Характеристики распределения случайных величин
- 13 Экспоненциальное распределение случайных величин
- 14 Нормальное распределение случайных величин
- 15 Распределение Вейбулла
- 16 Основные теории изнашивания
- 17 Виды трения, условие всплывания цапфы
- 18 Виды изнашивания
- 19 Показатели и методы повышения износостойкости

Рубежный контроль №2 (Вопросы к коллоквиуму)

- 1 Основные понятия сложной технической системы
- 2 Последовательное соединение элементов системы
- 3 Параллельное соединение элементов системы
- 4 Основные понятия резервирования
- 5 Виды резервирования по режиму работы резерва
- 6 Определение надежности сложных технических систем методом дерева отказов
- 7 Классификация видов испытаний на надежность
- 8 Основные понятия определительных испытаний
- 9 Планы определительных испытаний на надежность и их характеристика
- 10 Контрольные испытания на надежность и их характеристика
- 11 Лабораторные и стендовые испытания на надежность
- 12 Эксплуатационные испытания на надежность

Рубежный контроль №3 (Вопросы к коллоквиуму)

- 1 Цели и задачи прогнозирования надежности машин
- 2 Прогнозирование надежности машин методом экспертных оценок
- 3 Прогнозирование надежности машин методом прямой экстраполяции
- 4 Прогнозирование надежности машин методом Монте-Карло
- 5 Оценка качества прогнозирования надежности машин
- 6 Конструкторские методы повышения надежности
- 7 Технологические методы повышения надежности
- 8 Обеспечение надежности машин при эксплуатации
- 9 Обеспечение надежности машин методами ремонта
- 10 Основные термины и определения технической диагностики
- 11 Модели объектов диагностики
- 12 Оценка вероятности состояния объекта методом Байеса
- 13 Оценка вероятности состояния объекта методом статистических решений

- 14 Механические методы неразрушающего контроля
- 15 Виброакустическое диагностирование
- 16 Магнитные методы контроля и диагностирования
- 17 Вихревые методы контроля и диагностирования
- 18 Акустические методы контроля и диагностирования
- 19 Контроль проникающими веществами

Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в письменной форме в виде экзамена. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

Вопросы к экзамену (контролируемые компетенции ОПК–11 ОПК-12)

Вопросы к зачету

- 1 Понятия работоспособности и общие принципы обеспечения надежности машин
- 2 Основные понятия и определения теории надежности
- 3 Безотказность, классификация отказов
- 4 Показатели безотказности
- 5 Долговечность, показатели долговечности
- 6 Ремонтопригодность, показатели ремонтопригодности
- 7 Сохраняемость, показатели сохраняемости
- 8 Комплексные показатели надежности
- 9 Дискретные и непрерывные случайные величины, частота и вероятность появления событий
- 11 Распределение дискретных и непрерывных случайных величин
- 12 Характеристики распределения случайных величин
- 13 Экспоненциальное распределение случайных величин
- 14 Нормальное распределение случайных величин
- 15 Распределение Вейбулла
- 16 Основные теории изнашивания
- 17 Виды трения, условие всплывания цапфы
- 18 Виды изнашивания
- 19 Показатели и методы повышения износостойкости
- 20 Основные понятия сложной технической системы
- 21 Последовательное соединение элементов системы
- 22 Параллельное соединение элементов системы
- 23 Основные понятия резервирования
- 24 Виды резервирования по режиму работы резерва
- 25 Определение надежности сложных технических систем методом дерева отказов
- 26 Классификация видов испытаний на надежность
- 27 Основные понятия определительных испытаний
- 28 Планы определительных испытаний на надежность и их характеристика
- 29 Контрольные испытания на надежность и их характеристика
- 30 Лабораторные и стендовые испытания на надежность
- 31 Эксплуатационные испытания на надежность
- 32 Цели и задачи прогнозирования надежности машин
- 33 Прогнозирование надежности машин методом экспертных оценок
- 34 Прогнозирование надежности машин методом прямой экстраполяции
- 35 Прогнозирование надежности машин методом Монте-Карло
- 36 Оценка качества прогнозирования надежности машин
- 37 Конструкторские методы повышения надежности
- 38 Технологические методы повышения надежности

- 39 Обеспечение надежности машин при эксплуатации
- 40 Обеспечение надежности машин методами ремонта
- 41 Основные термины и определения технической диагностики
- 42 Модели объектов диагностики
- 43 Оценка вероятности состояния объекта методом Байеса
- 44 Оценка вероятности состояния объекта методом статистических решений
- 45 Механические методы неразрушающего контроля
- 46 Виброакустическое диагностирование
- 47 Магнитные методы контроля и диагностирования
- 48 Вихревые методы контроля и диагностирования
- 49 Акустические методы контроля и диагностирования
- 50 Контроль проникающими веществами

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности
Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Контролируемые компетенции (часть компетенции)	Результаты обучения	Основные показатели оценки результатов	Оценочные средства
ОПК-11. Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании; ОПК-12. Способен разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	Знать основные понятия работоспособности и надежности, соотнося с содержанием формулировок компетенций реализуемых в дисциплине	Содержание системы стандартов «Надежность в технике», «Контроль состояния и диагностика машин», «Система технического обслуживания и ремонта техники». Показатели свойств надежности (безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость). Вероятность, операции над вероятностями. Случайных величины, законы распределения случайных величин	Выполнение практических занятий, реферат, коллоквиум, вопросы на зачете
	Уметь рассчитать показатели надежности объекта и определить закон распределения показателей надежности, соотнося с содержанием формулировок компетенций, реализуемых в дисциплине	Методика расчета показателей надежности объекта. Критерии выбора закона распределения показателя надежности	Выполнение практических занятий, реферат, коллоквиум, вопросы на зачете
	Владеть методикой расчета показателей надежности объекта и определения	Методологией расчета показателей надежности объекта и выбора закона	Выполнение практических занятий,

	законов распределения показателя надежности, соотнося с содержанием формулировок компетенций, реализуемых в дисциплине	распределения показателя надежности	реферат, коллоквиум, вопросы на зачете
--	--	-------------------------------------	--

<p>ОПК-11. Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании;</p> <p>ОПК-12. Способен разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.</p>	<p>Знать надежность сложных технических систем, соотнося с содержанием формулировок компетенций реализуемых в дисциплине</p>	<p>Последовательное, параллельное и комбинированное соединение элементов сложной системы. Методы повышения надежности сложных систем, резервирование.</p>	<p>Выполнение практических занятий, реферат, коллоквиум, вопросы на экзамене</p>
	<p>Уметь рассчитать вероятность состояния системы при последовательном и параллельном соединении элементов, соотнося с содержанием формулировок компетенций реализуемых в дисциплине</p>	<p>Методика расчета вероятности состояния системы с последовательным и параллельным соединением элементов. Критерии выбора вида резервирования.</p>	<p>Выполнение практических занятий, реферат, коллоквиум, вопросы на зачете</p>
	<p>Владеть методикой расчета вероятности состояния системы при последовательном и параллельном соединении элементов, соотнося с содержанием формулировок компетенций реализуемых в дисциплине</p>	<p>Методология расчета вероятности состояния системы с последовательным и параллельным соединением элементов. Выбор вида и способа резервирования.</p>	<p>Выполнение практических занятий, реферат, коллоквиум, вопросы на зачете</p>

<p>ОПК-11. Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических</p>	<p>Знать испытания на надежность, соотнося с содержанием формулировок компетенций реализуемых в дисциплине</p>	<p>Определительные испытания на надежность. Характеристика планов испытания на надежность. Контрольные испытания на надежность. Критерии выбора планов, испытаний.</p>	<p>Выполнение практических занятий, реферат, коллоквиум, вопросы на экзамене</p>
	<p>Уметь выбрать и рассчитать план</p>	<p>Методика выбора планов испытания на надежность и</p>	<p>Выполнение практических</p>

<p>свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании;</p> <p>ОПК-12.</p> <p>Способен разрабатывать современные методы исследования технологических машин оборудования, оценивать представлять результаты выполненной работы</p>	<p>испытаний на надежность, соотнося с содержанием формулировок компетенций реализуемых в дисциплине</p>	<p>проведения определительных испытаний</p> <p>Методика проведения контрольных испытаний на надежность.</p>	<p>занятий, реферат, коллоквиум, вопросы на зачете</p>
	<p>Владеть методикой выбора и расчета планов испытаний на надежность, соотнося с содержанием формулировок компетенций реализуемых в дисциплине</p>	<p>Методология выбора и расчета плана испытания на надежность при проведении определительных испытаний.</p> <p>Методология проведения контрольных испытаний на надежность.</p>	<p>Выполнение практических занятий, реферат, коллоквиум, вопросы на зачете</p>

<p>ОПК-11.</p> <p>Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании;</p> <p>ОПК-12.</p> <p>Способен разрабатывать современные методы исследования технологических машин оборудования, оценивать и</p>	<p>Знать прогнозирование надежности оборудования и направления её повышения, соотнося с содержанием формулировок компетенций реализуемых в дисциплине</p>	<p>Методы прогнозирования (эвристические, математического и физического моделирования).</p> <p>Математическое моделирование (метод Монте-Карло и комбинаторно-матричный метод).</p> <p>Конструкторские и технологические методы повышения надежности.</p>	<p>Выполнение практических занятий, реферат, коллоквиум, вопросы на зачете</p>
	<p>Уметь рассчитать прогнозируемую надежность объекта методами математического моделирования и определить пути повышения надежности конструкторскими и технологическими методами, соотнося с содержанием формулировок компетенций, реализуемых в дисциплине</p>	<p>Методика расчетов прогнозирования состояния объекта методами математического моделирования</p> <p>Конструкторские и технологические методы повышения надежности</p>	<p>Выполнение практических занятий, реферат, коллоквиум, вопросы на зачете</p>
	<p>Владеть методикой</p>	<p>Методология расчетов</p>	<p>Выполнение</p>

представлять результаты выполненной работы.	расчета прогнозируемой надежности объекта методами математического моделирования, соотнося с содержанием формулировок компетенций, реализуемых дисциплине в	прогнозирование состояния объекта методами математического моделирования. Конструкторские и технологические методы повышения надежности	практических занятий, реферат, коллоквиум, вопросы на зачете
---	---	---	--

<p>ОПК-11. Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании;</p> <p>ОПК-12. Способен разрабатывать современные методы исследования технологических машин оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p>	<p>Знать оценку технического состояния оборудования, соотнося с содержанием формулировок компетенций, реализуемых дисциплине в</p>	<p>Основные термины и определения технической диагностики. Статистические методы распознавания (методы Байеса, статистических решений, последовательного анализа). Методы неразрушающего контроля и диагностирования (механические, акустические, вихревые, магнитные, проникающими веществами)</p>	<p>Выполнение практических занятий, реферат, коллоквиум, вопросы на зачете</p>
	<p>Уметь произвести оценку технического состояния объекта статистическими методами распознавания и методами неразрушающего контроля и диагностирования, соотнося с содержанием формулировок компетенций, реализуемых дисциплине в</p>	<p>Методика неразрушающего контроля и диагностирования состояния объекта. Статистические методы распознавания (методы Байеса, статистических решений, последовательного анализа).</p>	<p>Выполнение практических занятий, реферат, коллоквиум, вопросы на зачете</p>
	<p>Владеть навыками оценки технического состояния объекта методами неразрушающего контроля и диагностирования. Расчеты технического состояния объекта статистическими методами</p>	<p>Методика и инструментарий неразрушающего контроля и диагностирования состояния объекта. Статистические методы распознавания</p>	<p>Выполнение практических занятий, реферат, коллоквиум, вопросы на зачете</p>

	ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене) дал полный ответ только на один вопрос.	один вопрос и частично (полностью) ответил на второй вопрос.
--	--	--	--	--

7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1 Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем [Электронный ресурс]/ Рябинин И.А.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Политехника, 2017.— 250 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65600.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2 Александровская Л.Н. Безопасность и надежность технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Александровская Л.Н., Аронов И.З., Круглов В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2008.— 376 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9055.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3 Проников А.С.. Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1978.–592 с.

4 Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надежность машин. – М.: Высшая школа, 1988.–238 с.

Дополнительная литература

1 Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем – М.: Издательский центр «Академия», 2009.–208 с

2 Каштанов В.А., Медведев А.И. Теория надежности сложных систем. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2010.– 608 с

3 Основы надежности машин / Е.Н. Зубрилина [и др].– М.: Изд-во «СГАУ», 2010.– 120 с.

4 Шишмарев В.Ю. Надежность технических систем – М.: Издательский центр «Академия», 2010.–304 с.

5 Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности– СПб.: БХВ–Петербург. 2006.–704 с.

6 Надежность и ремонт машин / под ред. В.В. Курчаткина.–М.: Колос, 2000.– 776 с.

7 Проников А.С. Параметрическая надежность машин – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.–560 с.

8 Пучин Е.А., Чепурин А.В., Кравченко И.Н. Оценка надежности машин и оборудования. – М.: Инфра-М, 2016.– 336с.

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

10 Виноградова Т.В. Надежность механических систем [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Виноградова Т.В., Кулида Ю.В., Подопригора Н.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 72 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74371.html>.— ЭБС «IPRbooks»

11 Биргер И.А. Техническая диагностика. – М.: Машиностроение., 1978.– 240 с.

12 Носов В.В. Диагностика машин и оборудования – СПб.: Издательство «Лань». 2012.–384 с.

13 Малкин В.С. Техническая диагностика – СПб.: Издательство «Лань», 2013.–272 с.

14 Синопальников В.А., Григорьев С.Н. Надежность и диагностика технологических систем – М.: ИЦ МГТУ «Станкин», Янус-К., 2003.–331 с. 1988.– 238 с.

Периодические издания

1 Журнал «Контроль. Диагностика»

2 Журнал «Известия Вузов. машиностроение»

3 Журнал «Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия. Машиностроение»

4 Журнал «Заводская лаборатория. Диагностика материалов»

5 Журнал «Проблемы машиностроения и надежности машин» (imash. ru. publishing/journal 1)

Интернет-ресурсы

– **общие информационные, справочные и поисковые системы:**

1 Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент) <http://www.rupto.ru>.

2 Патентный поиск в РФ <http://www.freepatent.ru>.

3 ЭБД РГБ <http://www.diss.rsl.ru>

4 Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ) <http://elibrary.ru>

5 База данных Science Index (РИНЦ) <http://elibrary.ru>

6 Web of Science (WOS) <http://www.isiknowledge.com/>

7 Sciverse Scopus <http://www.scopus.com>

8 ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru>

9 ЭБС «IPR book» <http://iprbookshop.ru/>

10 ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/>

11 Международная система библиографических ссылок Crossref Цифровая идентификация объектов (DOI) <https://www.crossref.org/webDeposit/>

12 Научная библиотека КБГУ <http://lib.kbsu.ru>

13 СИС «Консультант плюс» <http://www.consultant.ru>

14 СИС «Гарант» <http://www.garant.ru>.

15 Открытый университет <http://www.openkbsu.ru>.

– **интернет-ресурсы по дисциплине**

1 Надежность и ремонт машин http://www.mymanual.ru/ebooks/ychebnaia_literatura/nadezhnost_i_remont_mashin.html

2 Диагностика, монтаж и ремонт технологического оборудования пищевых производств http://window.edu.ru/window/library/pdf2txt?p_id=16513&p_page=1

Методические указания к практическим занятиям

Волошин Ю.Н. Диагностика, ремонт, монтаж, сервисное обслуживание оборудования: методические указания к проведению практических занятий. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2011.– 79с. <http://www.lib.kbsu.ru>

8 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

Наименование программы, право использования которой предоставляется
Лицензия на офисное программное обеспечение Мой Офис Стандартный
Лицензия на программное обеспечение средств антивирусной защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1000-1500 Node 1 year Educational Renewal License (KL4863RAVFQ)
Права на программное обеспечение универсальная система для всестороннего статистического анализа и визуализации данных на 500 пользователей. Statistica Ultimate Academic for Windows 10 Russian/13 English на 500 пользователей Локальная версия (Named User) Годовая лицензия
Лицензия на программное обеспечение для анализа и построения графиков ORIGINPRO- New License Concurrent Network Single Seat EDUCATIONAL
Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения КОМПАС-3D приложение "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 250 рабочих мест
Лицензия на программное обеспечение для работы с документами формата PDF Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Level 1 (1-9) Education Named License 65297997BB01A12
7zip Архиватор

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для предоставления информации большой аудитории.

В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается: 1. Альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих; 2. Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; 3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – использование световой сигнализации дублирующую звуковую; обеспечение надлежащими средствами воспроизведения информации; 4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений). Для самостоятельной работы студентов оборудована аудитория 145 главного учебного корпуса.

Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочую программу по дисциплине «Работоспособность технических систем» по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование на 202 - 202 учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры «Технология и оборудование автоматизированного производства»

протокол № от «» 202 г.

Заведующий кафедрой

М.М. Яхутлов