



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический
университет» (БГТУ)**

Учебно-научный институт транспорта

Кафедра «Трубопроводные транспортные системы»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор по учебной
работе и цифровизации

В.А. Шкаберин

«21» апреля 2022 г.

Рабочая программа №

учебной дисциплины

«Прогнозирование технического состояния машин»

Код и название направления подготовки: 15.03.03 «Прикладная механика»

Программа академического бакалавриата

Профиль: «Нефтегазовое оборудование и надежность машин»

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Брянск 2022

Рабочая программа учебной дисциплины «Прогнозирование технического состояния машин» для направления подготовки 15.03.03 «Прикладная механика», профиль «Нефтегазовое оборудование и надежность машин».

Разработал:

доцент кафедры «ТТС»

кандидат технических наук, доцент _____ /А.К. Толстошеев/

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
от 30.03.2022 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой

«ТТС»

доктор технических наук, профессор _____ /М.Г. Шалыгин/

Согласовано:

Заведующий выпускающей кафедрой

«ТТС»

доктор технических наук, профессор _____ / М.Г. Шалыгин /

© [Толстошеев А.К.]

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет»

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС.....	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.....	7
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
5.1. Структура дисциплины.....	7
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	8
5.3. Лекции	9
5.4. Лабораторные работы	11
5.5. Практические занятия	11
5.6. Самостоятельная работа обучающихся	12
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	16
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	17
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	18
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	18
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся	18
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	19
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины	20
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем	20
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	21

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	23
11.1. Методические материалы для педагогических работников	23
11.2. Методические материалы для обучающихся	24
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	24
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины.....	24
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости	25
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся	26
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.....	27
12.5. Характеристика результатов обучения	27
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	28
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА	28

Предисловие.

Программа разработана на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.03 «Прикладная механика» (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки РФ № 220 от 12 марта 2015 г. в соответствии с рабочим учебным планом по программе академического бакалавриата по профилю «Надёжность и безопасность машин». Дисциплина «Прогнозирование технического состояния машин» ориентирована на научно-исследовательский и педагогический виды профессиональной деятельности как основные.

1. Цель освоения дисциплины.

Цель освоения дисциплины – приобретение комплекса знаний, умений и навыков для прогнозирования технического состояния, надёжности и безопасности машин.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата.

Дисциплина «Прогнозирование технического состояния машин» относится к вариативной части блока Б1 программы академического бакалавриата, базируется на предшествующих дисциплинах: «Высшая математика», «Информационные технологии», «Офисные пакеты программ», «Основы теории надёжности», «Технадзор и контроль в сфере безопасности технических систем» используется при изучении дисциплины «Экспертная оценка и техническая диагностика машин» и для защиты выпускной квалификационной работы.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций.

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Результаты освоения
1	2	3
Профессиональные компетенции (ПК)		
ПК-5	Способность составлять описания выполненных научно-исследовательских работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	<p>Р1 - знает: способы составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации</p> <p>Р2 - умеет: составлять описания выполненных научно-исследовательских работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты</p> <p>Р3 - владеет: современными компьютерными технологиями для обработки и анализа полученных экспериментальных данных, составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-</p>

		технической документации
ПК-10	Способность составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	<p>- Знать: методологию прогнозирования и нормативно-правовую базу контроля технического состояния машины;</p> <p>- уметь: составлять описания выполненных работ по контролю состояния машины, готовить исходные данные для прогнозирования, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов;</p> <p>- владеть: навыками составления отчетов по прогнозированию технического состояния.</p>
ПК-25	Владение культурой профессиональной безопасности, умение идентифицировать опасности и оценивать риски в сфере своей профессиональной деятельности	<p>- Знать: методики анализа видов и последствий отказов и критичности отказов (FMEA, FMECA), метод формирования оптимальной стратегии мониторинга технического состояния (FMSA), методы прогнозирования;</p> <p>- уметь: идентифицировать опасности и оценивать риски при эксплуатации машин;</p> <p>- владеть: культурой профессиональной безопасности, навыками прогнозирования технического состояния машин и оценки рисков</p>

4. Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы (180 часов).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		7
Аудиторные занятия (всего)	68	68
В том числе:	-	-
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Самостоятельная работа (СРС) (без учета подготовки к экзамену)	76	76
В том числе:	-	-
Курсовая работа	27	27
Подготовка к занятиям	29	29
Самоподготовка	20	20
<i>экзамен</i>	36	36
Общая трудоемкость: <u>180</u> часов; <u>5</u> зачетные единицы	180	180

5. Содержание дисциплины.

5.1. Содержание разделов дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)
1	2	3
1	Основы технического прогнозирования	Введение в дисциплину. Этапы контроля состояния машины. Требования стандартов. Термины и определения. Анализ видов и последствий отказов (FMEA) машин. Основные неисправности машин. Анализ критичности отказов (FMESA). Классификация процессов по тяжести последствий отказов. Формирование оптимальной стратегии мониторинга технического состояния (метод FMSA). Исходные данные для прогнозирования. Контроль состояния машины. Цели, задачи, методы технической диагностики.
1	2	3
2	Методология прогнозирования технического состояния машины	Основные понятия. Общая процедура прогноза и её связь с диагностикой. Факторы, влияющие на скорость развития неисправностей. Уровни уведомления, предупреждения, останова. Многофакторный анализ. Критерии наступления отказов. Прогноз зарождения неисправности. Модели развития неисправностей. Цели моделирования. Методы моделирования отказа. Пять общих подходов к моделированию. Модели ив основе описания физических процессов. Статистические модели. Эвристические модели. Модели на основе данных. Гибридные модели Уровни доверия прогноза. Процедура прогнозирования. Стадии: предварительная подготовка, прогнозирование отказов по развивающимся неисправностям, прогнозирование зарождения неисправностей и будущих отказов, прогнозирование последствий принятых мер. Отчёт о прогнозировании. Влияние человека на надёжность и безопасность технической системы. Виды ошибок человека. Ошибки проектирования, изготовления, технического обслуживания, оператора, контроля, управления коллективом и т. д.
3	Методы прогнозирования. Интуитивные методы	Классификация методов прогнозирования. Интуитивные методы, формализованные методы прогнозирования, системно-структурные методы, методы опережающей информации, математические методы. Техника экспертного логического анализа. Достоинства метода. Рекомендации по проведению экспертизы. Метод сценариев. Коллективные ме-

		тоды: экспертных оценок, мозгового штурма
4	Методы экстраполяции и регрессионный анализ	Методы экстраполяции. Функция регрессии и её свойства. Прикладной регрессионный анализ. Линейные модели. Линейная модель с одним переменным (регрессором). Множественная регрессия. Распределение выборочных функций. Коэффициент детерминации. Техника регрессионного анализа. Полиномиальная регрессия.
5	Структурные модели временных рядов	Основные обозначения и понятия. Примеры. Задачи исследования. Определение стационарного процесса. Белый шум. Детерминированные временные ряды. Стохастические временные ряды. Процессы авторегрессии. Марковский процесс, процесс Юла. Процедуры обработки временных рядов. Модель Бокса-Дженкинса.

5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

№ п/п	Наименование обеспечиваемых(последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин				
		1	2	3	4	5
1	Б1.В.16 «Экспертная оценка и техническая диагностика машин»	✓	✓	✓	✓	✓
2	Б3.Б.01 «Защита выпускной квалификационной работы»	✓	✓	✓	✓	✓

5.3. Разделы дисциплины и виды занятий (в часах).

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	СРС	Экзамен	Всего часов
1	Основы технического прогнозирования	8	4	15	8	20
2	Методология прогнозирования технического состояния машины	8	10	15	8	26
3	Методы прогнозирования. Интуи-	6	4	15	8	18

	тивные методы					
4	Методы экстраполяции и регрессионный анализ	6	8	16	8	22
5	Структурные модели временных рядов	6	8	15	4	22
Итого		34	34	76	36	180

6. Лекции, практические занятия, лабораторные работы, семинары.

6.1. Лекции.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Трудоемкость (час.)
1	2	3	4
1	1	Введение в дисциплину. Этапы контроля состояния машины. Требования стандартов. Термины и определения: прогноз, прогнозирование, метод и модель прогнозирования, доверительный уровень и т.д.	2
2	1	Анализ видов и последствий отказов машин (FMEA). Основные неисправности машин.	2
3	1	Анализ критичности отказов (FMCA). Классификация процессов по тяжести последствий отказов. Формирование оптимальной стратегии мониторинга технического состояния (метод FMSA).	2
4	1	Исходные данные для прогнозирования. Контроль состояния машины. Цели, задачи, методы технической диагностики.	2
1	2	3	4
5	2	Основные понятия. Общая процедура прогноза и её связь с диагностикой. Факторы, влияющие на скорость развития неисправностей. Уровни уведомления, предупреждения, останова. Многофакторный анализ. Критерии наступления отказов. Прогноз зарождения неисправности.	2
6	2	Модели развития неисправностей. Типы моделей. Цели моделирования. Методы моделирования отказа. Пять общих подходов к моделированию. Модели и в основе описания физических процессов. Статистические модели. Эвристические модели. Модели на основе данных. Гибридные модели	2
7	3	Уровни доверия прогноза. Процедура прогнозирования. Стадии: предварительная подготовка, прогнозирование отказов по	2

		развивающимся неисправностям, прогнозирование зарождения неисправностей и будущих отказов, прогнозирование последствий принятых мер. Отчёт о прогнозировании.	
8	2	Влияние человека на надёжность и безопасность технической системы. Виды ошибок человека. Ошибки проектирования, изготовления, технического обслуживания, оператора, контроля и т. д	2
9	3	Классификация методов прогнозирования. Интуитивные методы, формализованные методы прогнозирования, системно-структурные методы, методы опережающей информации, математические методы.	2
10	3	Техника экспертного логического анализа. Достоинства метода. Рекомендации по проведению экспертизы. Метод сценариев.	2
11	3	Коллективные методы: экспертных оценок, мозгового штурма	2
12	4	Методы экстраполяции: экспоненциальное сглаживание, метод МНК.	2
13	4	Функция регрессии и её свойства. Прикладной регрессионный анализ. Линейные модели. Линейная модель с одним переменным (регрессором).	2
1	2	3	4
14	4	Множественная регрессия. Распределение выборочных функций. Техника регрессионного анализа. Полиномиальная регрессия. Нелинейные приближения.	2
15	5	Временные ряды. Основные обозначения и понятия. Задачи исследования. Определение стационарного процесса. Белый шум.	2
16	5	Стохастические временные ряды. Процессы авторегрессии. Марковский процесс. Процесс Юла.	2
17	5	Процедуры обработки временных рядов. Модель Бокса-Дженкинса. Нейросетевые модели	2
Итого			34

6.2. Практические занятия.

№	№ раздела	Тематика практических занятий	Трудоем-
---	-----------	-------------------------------	----------

п/п	дисциплины		кость (час.)
1	2	3	4
1	1	Анализ видов и последствий отказов машин	2
2	1	Анализ критичности отказов (FMECA).	2
3	2	Определение показателей надёжности элементов по опытным данным	2
4	2	Логико-вероятностные методы расчета надежности сложных систем.	2
5	2	Анализ надёжности, расчёт риска технических систем методом «дерева неисправностей», «дерева рисков»	2
6	2	Исследование надёжности и риска технической системы. Часть 1.	2
7	2	Исследование надёжности и риска технической системы. Часть 2.	2
8	3	Интуитивные методы прогнозирования. Часть 1.	2
9	3	Интуитивные методы прогнозирования. Часть 2.	2
10	4	Методы экстраполяции: экспоненциальное сглаживание.	2
11	4	Метод наименьших квадратов	2
12	4	Регрессионный анализ. Парная регрессия и корреляция.	2
13	4	Множественная регрессия и корреляция	2
14	5	Цепи Маркова. Часть 1.	2
15	5	Цепи Маркова. Часть 2.	2
16	5	Авторегрессия второго порядка	2
17	5	Нейросетевые модели	2
Итого			34

6.3. Лабораторные работы.

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

6.4. Семинары.

Семинары учебным планом не предусмотрены.

6.5. Образовательные технологии.

Лекции	Лекция-изложение, лекция-объяснение, проблемная лекция, лекция-установка.
Практические занятия	Компьютерные технологии, исследование, обсуждение сценариев решения задач, проблемные вопросы, групповые дискуссии
Самостоятельная работа студентов	Компьютерные технологии, работа по аналогии, исследование
Консультации	Индивидуальные, групповые, работа в группах, компьютерные технологии.
Текущий контроль, зачёт	Дискуссия.

7. Самостоятельная работа студентов.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы
----------	------------------------------------	----------------------------

1	Основы технического прогнозирования	Подготовка к занятиям
		Самоподготовка
2	Методология прогнозирования технического состояния машины	Подготовка к занятиям
		Самоподготовка
3	Методы прогнозирования. Интуитивные методы	Подготовка к занятиям
		Самоподготовка
4	Методы экстраполяции и регрессионный анализ	Подготовка к занятиям
		Самоподготовка
5	Структурные модели временных рядов	Подготовка к занятиям
		Самоподготовка

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

а) основная литература:

1. Сухарев М.Г. Методы прогнозирования: Учебное пособие — М.: РГУ нефти и газа, 2009. - 208 с. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/940/67940>

2. Чулков, Н.А. Надёжность технических систем и техногенный риск: учеб. пособие / Н.А. Чулков, А. Н. Деренок; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012.- 150 с. Режим доступа: http://otipb.at.ua/_ld/30/3059_IFVT_Chylkov_na.pdf

б) дополнительная литература:

3. Электронный учебник по статистике. [Электронный ресурс] Москва, StatSoft., 2012. Режим доступа: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>.

4. Минько, Э.В. Методы прогнозирования и исследования операций : учеб. пособие для вузов / под ред. А. С. Будагова. - М. : Финансы и статистика : ИН-ФРА-М, 2012. - 477 с. [4 экз.]

5. Дмитренко, А.Г. Техническая диагностика. Оценка технического состояния и прогнозирование остаточного ресурса технически сложных объектов: учеб. пособие / А.Г. Дмитренко, А.В. Блинов, Д.В. Волков, В.С. Волков/ Под ред. Д.И. Нефедьева, Б.В. Цыпина. – Пенза: Изд.-во Пенз. гос. ун-та, 2013. – 62 с. Режим доступа: http://dep_pribor.pnzgu.ru/files/dep_pribor.pnzgu.ru/uchebnoe_posobie_iyul_2013.pdf

6. Махутов, Н.А. Техническая диагностика остаточного ресурса и безопасности : учеб. пособие для вузов / под общ. ред. В. В. Ключева. - [2-е изд.]. - М. : Спектр, 2014. - 185 с. : ил. - (Диагностика безопасности). [3 экз.]

7. Лукинский, В.С. Прогнозирование надежности автомобилей. - Л. : Политехника, 1991. - 224с. [3 экз.]

8. Тихомиров, В.П. Прогнозирование ресурса зубчатых передач : [монография]. - М.: Машиностроение-1, 2007. - 148 с. [19 экз.]

в) справочная литература

9. Кобозев Е.В. Экспертная система прогнозирования состояния электрических двигателей на основе использования результатов их диагностики в

условиях сельского хозяйства. Автореферат дисс. на соискание учёной степени к.т.н. – 20 с. Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/elib/disser/2009/kobozev.pdf>

10. Машиностроение: энциклопедия : в 40 т. Т. 4-3. Надежность машин / ред.-сост. В. В. Клюев, А. П. Гусенков; отв. ред. К. С. Колесников. - М.: Машиностроение, 1998. - 592 с. [1 экз.]

11. ГОСТ Р ИСО 13381-1— 2016. Контроль состояния и диагностика машин. Прогнозирование технического состояния. Часть 1. Общее руководство.

12. ГОСТ Р ИСО 13372 — 2013. Контроль состояния и диагностика машин. Термины и определения.

13. ГОСТ Р ИСО 17359—2015. Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство.

14. ГОСТ Р ИСО 2041-2012. Вибрация, удар и контроль технического состояния. Термины и определения.

15. ГОСТ Р 51901—2002 Управление надёжностью. Анализ риска технологических систем

16. ГОСТ 27.002-89. Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

17. ГОСТ Р 51901.12-2007(МЭК 60812:2006) Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. Электронно- библиотечные системы: (ЭБС) издательства Лань. Режим доступа: e.lanbook.com, biblio-onlain.ru. Режим доступа: www.biblio-online.ru,

ЭБС IPRbooks. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>.

2. Единая база ГОСТ РФ. Режим доступа: <http://gostexpert.ru/>

3. База нормативной документации: www.complexdoc.ru

4. Портал компании StatSoft. Режим доступа: <http://statsoft.ru/>

5. Интеллектуальный Портал Знаний statistica.ru. Режим доступа: <http://statistica.ru/>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения:

1. Операционная система *MS Windows*, *MS Office Professional* (≥ 2010).
2. Математический процессор *Mathcad*.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Специализированная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, промежуточной аттестации. Аудитория укомплектована специализированной мебелью (столы, стулья, ученическая доска), оборудована ноутбуками (компьютерный класс), мультимедиа проектором с ноутбуком и интерактивной доской.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

10.1. Методические рекомендации для преподавателей.

Дисциплина в целом. Темы лекций и практических занятий необходимо согласовывать друг с другом и с расписанием аудиторных занятий. Студентам заранее сообщаются темы практических занятий, система оценки учебной работы. При изучении учебного материала необходимо постоянно показывать связи дисциплины со смежными дисциплинами.

Лекции. Большую часть лекционного материала, учитывая ограниченность во времени, целесообразно излагать, используя технологию объяснительно-иллюстрационной (традиционной) модели обучения: от знаний к проблеме. Виды лекций: лекция-изложение, лекция-объяснение, лекция-установка. Часть учебного материала следует излагать, используя технологию проблемного обучения (от проблемы к знаниям): постановка задачи технического прогноза, интуитивные методы прогнозирования, экстраполяция, с использованием интерактивных методов: «групповые дискуссии».

Практические занятия. Занятия проводятся с использованием компьютерных технологий, содержат элементы проблемного обучения: «проблемные вопросы». Часть времени практического занятия проводится с использованием интерактивных методов: «обсуждение сценариев решения задач» и «групповые дискуссии».

10.2. Методические рекомендации для обучающихся.

Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого на изучение дисциплины. Учебная работа, как и любая другая, включает в себя подготовительные, основные и проверочные действия. Проверочные действия студент осуществляет в виде самоконтроля по каждому виду учебной работы.

Подготовка к лекции: повторить предыдущий учебный материал по конспекту лекций и учебной литературе накануне текущей лекции. В случае непонимания материала – сформулировать вопросы и обратиться к преподавателю или коллегам за разъяснением. Пониманию проблемы способствуют:

- умение задавать себе вопросы;
- аналогия;
- разные языки описания проблемы (словесный, графический, математический, символичный, табличный).

Конспект лекций пишется кратко, схематично, с фиксацией основных положений, выводов, формулировок, обобщений. Следует помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины цветным фломастером. Выполнять про-

верку терминов, понятий с помощью учебников и справочников. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.

Подготовка к практическому занятию: изучение теоретического материала по конспектам лекций и учебной литературе с обязательным рассмотрением примеров накануне занятия.

Рекомендации по изучению отдельных тем курса. При изучении дисциплины дополнительно к учебной литературе необходимо воспользоваться справочной литературой и стандартами и в первую очередь [13].

Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса. Для экономии времени и повышения качества обучения рекомендуется изучить рабочую программу дисциплины и учебно-методический комплекс.

Рекомендации по работе с литературой:

1. Просмотрите предыдущий учебный материал по конспекту лекций и учебнику. Найдите связь, изучаемой темы с остальными разделами курса.
2. Анализ заголовка. Прочитав заголовок, следует спросить себя: «О чём здесь пойдёт речь? Почему заголовок имеет такое название?». Попробуйте ответить на эти и аналогичные вопросы.
3. По ходу чтения ведите диалог с текстом. Задавайте себе вопросы, например, «Откуда это следует? Как быть в этом случае?». По ходу чтения старайтесь осознать, что вам не понятно. Делайте выписки, составляйте схемы, таблицы, подчёркивайте ключевые слова, важные мысли. Разбирайте примеры.
4. После прочтения текста попробуйте выразить его главные мысли. Представьте себе логическую схему текста. Составьте план конспекта.
5. Бегло просмотрев учебный материал и повторяя сложные места, составьте конспект текста, который будет использован в дальнейшем.

Рекомендации по подготовке к зачёту. Необходимо проработать конспект лекций и учебную литературу в рамках сформулированных преподавателем вопросов. Возникающие вопросы задать преподавателю на консультациях. Проработать решения практических задач.

11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

11.1. Этапы формирования компетенций

Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Код показателя освоения					
	ПК-10.P1	ПК-10.P2	ПК-10.P3	ПК-25.P1	ПК-25.P2	ПК-25.P3
Раздел 1. Основы технического прогнозирования	+	+	+	+	+	+
Раздел 2. Методология прогнозирования технического состояния машины	+	+	+	+	+	+
Раздел 3. Методы прогнозирования. Интуитивные методы	+	+	+	+	+	+
Раздел 4. Методы экстраполяции и регрессионный анализ	+	+	+	+	+	+
Раздел 5. Структурные модели временных рядов	+	+	+	+	+	+

11.2. Индексированные показатели и критерии оценивания результатов

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель освоения	Оценочные средства	
			Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
1	2	3	4	5
ПК-5	Способность составлять описания выполненных научно-исследовательских работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	<p>Р1 - знает: способы составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации</p> <p>Р2 - умеет: составлять описания выполненных научно-исследовательских работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты</p> <p>Р3 - владеет: современными компьютерными технологиями для обработки и анализа полученных экспериментальных данных, составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации</p>	Практические задания	Вопросы к зачёту
ПК-10	Способность составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	ПК-10.Р1 – знает методику прогнозирования и нормативно-правовую базу контроля технического состояния машины;	Практические задания	Вопросы к зачёту
		ПК-10.Р2 – умеет: составлять описания выполненных работ по контролю состояния машины, готовить исходные данные для прогнозирования, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов;	Практические задания	Вопросы к зачёту
		ПК-10.Р3 – владеет: навыками составления отчетов по прогнозированию технического состояния.	Практические задания	Вопросы к зачёту

ПК-25	Владение культурой профессиональной безопасности, умение идентифицировать опасности и оценивать риски в сфере своей профессиональной деятельности	ПК-25.P1 – знает: методики анализа видов и последствий отказов (FMEA, FMESA), метод формирования оптимальной стратегии мониторинга технического состояния (FMSA), методы прогнозирования;	Практические задания	Вопросы к зачёту
		ПК-25.P2 – умеет: идентифицировать опасности и оценивать риски при эксплуатации машин;	Практические задания	Вопросы к зачёту
		ПК-25.P3 – владеет: культурой профессиональной безопасности, навыками прогнозирования технического состояния машин.	Практические задания	Вопросы к зачёту

11.3. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает практические задания.

Шкала и критерии оценивания уровня освоения компетенций, приобретаемых при выполнении практических заданий:

– оценка «зачтено» (минимальный уровень освоения компетенций) выставляется студенту, если он в полном объёме выполнил практические задания и показал удовлетворительную посещаемость учебных занятий.

– оценка «не зачтено» (минимальный уровень освоения компетенций не достигнут) выставляется студенту, если он не выполнил практические задания, показал неудовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала, не посещал большинство аудиторных занятий

При получении оценки «незачёт» студент не допускается к промежуточной аттестации.

Контрольно-измерительные материалы текущего контроля успеваемости

Практические задания.

Практическое задание №1. Оценка надёжности изделий

Определить показатели надёжности элемента без восстановления и с восстановлением соответственно для двух вариантов исходных данных.

Первый набор исходных данных. На испытания поставлено N изделий (элементов). Моменты отказов элементов представлены в табл. Все элементы работают до своего отказа и после отказа не ремонтируются. Требуется определить статистические и теоретические показатели надёжности элемента.

Второй набор исходных данных. На испытаниях находятся N элементов. В течение периода T регистрируются моменты отказов элементов (табл.). Предполагается, что отказавшие элементы заменяют идентичными по надёжности элементами. Требуется определить показатели надёжности элемента, характеризующие время его работы между соседними отказами. Обработка статистических данных предусматривает их группировку в 10 частичных интервалах. Дано: Два набора данных об отказах элементов; N – число элементов в каждом наборе; закон распределения времени до отказа в первом варианте; закон распределения времени между отказами во втором варианте; моменты отказа элементов. Определить: показатели надёжности элемента, работающего до первого отказа (первый вариант исходных данных): $T_1, P(t), f(t), \lambda(t)$; показатели надёжности элемента, характеризующие время его работы между отказами (второй набор данных): $T, f(t), F(t), \lambda(t)$. Решение получить в виде таблиц и графиков. При обработке данных их следует разбить на 10 групп (классов). Подбор подходящего распределения необходимо осуществить для уровня значимости, равного 0,05.

Варианты 1, 10. Первый набор исходных данных (нормальное распределение).

155	147	126	139	137	132	120	165	163	156
142	143	138	144	149	145	157	152	145	140
140	145	169	148	121	135	152	138	128	161
140	149	149	123	141	164	145	131	157	123
136	146	140	130	147	108	122	133	115	165
166	137	147	137	126	143	114	109	147	135
147	148	153	146	128	145	135	147	151	151
119	145	137	149	163	141	137	137	146	133
128	123	139	134	154	149	144	166	152	159
163	112	126	146	147	149	146	127	143	154

Второй набор исходных данных (экспоненциальное распределение)

Номер элемента	Моменты отказа на периоде времени 700 часов
1	37; 90; 279; 355; 360; 420; 466; 488; 627; 671
2	26; 77; 141; 532; 642; 661
3	53; 59; 164; 183; 316; 568; 607
4	22; 26; 134; 287; 356; 470; 472; 481
5	24; 40; 152; 412; 431; 486; 567; 630; 649
6	193; 216; 474; 488; 538; 616
7	86; 355; 415; 451
8	117; 157; 358; 462; 527; 673
9	74; 89; 356; 356; 420; 492; 497; 512; 548; 601
10	204; 276; 327; 515; 516; 544

Варианты 2, 9. Первый набор данных (Гамма распределение):

27	162	131	111	414	191	166	222	268	168
98	226	234	416	79	213	210	323	103	392
388	389	229	161	94	182	41	79	148	528
332	263	116	85	562	44	268	272	370	502
75	120	292	363	151	50	400	89	308	116
246	321	509	547	424	456	102	404	323	122
288	425	64	610	140	88	171	163	108	84
96	100	737	396	258	510	37	246	166	258
103	318	68	57	28	312	232	333	130	151
454	286	197	236	313	115	111	138	216	268

Второй набор данных (Равномерное распределение)

Номер элемента	Моменты отказа на периоде времени 600 часов
1	107; 201; 295; 397; 515
2	95; 213; 320; 403; 483; 568
3	97; 196; 282; 399; 504; 584
4	109; 216; 328; 422; 528
5	112; 226; 310; 417; 524
6	103; 195; 300; 392; 480 570
7	93; 178; 268; 375; 494
8	93; 203; 312; 393; 488 581
9	119; 210; 293; 408; 518
10	102; 220; 334; 439; 537

Варианты 3, 8. Первый набор данных (Гамма-распределение):

221	370	84	97	196	475	426	151	72	133
282	97	321	315	107	108	156	597	241	210
107	37	176	197	182	467	146	97	244	54
91	255	169	149	256	53	283	103	468	38
369	305	209	227	276	351	244	216	382	430
204	306	163	159	221	235	126	106	670	72
80	466	93	60	123	706	112	236	298	49
277	155	83	67	298	168	30	210	178	275
86	161	397	508	334	252	582	24	427	139
559	138	405	187	229	107	167	519	226	247

Второй набор данных (Нормальное распределение)

Номер элемента	Моменты отказа на периоде времени 600 часов
1	110; 211; 296; 408; 512; 584
2	80; 167; 239; 336; 435; 523
3	113; 206; 292; 370; 466; 588
4	123; 211; 301; 397; 502
5	79; 197; 296; 377; 457; 538
6	132; 224; 302; 383; 486; 570
7	86; 185; 312; 390; 471; 576
8	106; 195; 265; 350; 431; 537
9	83; 176; 253; 328; 407; 511; 595
10	130; 232; 371; 442; 539

Варианты 4, 7. Первый набор данных (Нормальное распределение)

156	161	145	122	180	190	153	174	163	133
135	156	176	160	163	150	157	156	136	168
176	155	165	140	165	160	138	181	183	182
165	175	153	131	180	168	149	156	173	156
148	133	154	149	152	150	188	163	145	142
169	163	174	135	154	183	172	136	166	157
157	182	174	162	173	191	165	146	151	163
175	167	141	163	142	143	167	149	142	173
149	148	150	154	149	178	145	168	176	170
158	140	152	162	163	148	184	159	143	163

Второй набор данных (Равномерное распределение)

Номер элемента	Моменты отказа на периоде времени 500 часов
1	105; 208; 323; 414
2	113; 216; 331; 433
3	111; 192; 272; 363; 453
4	110; 209; 314; 426
5	85; 192; 301; 393; 480
6	87; 174; 292; 381; 479
7	102; 195; 314; 404
8	94; 190; 275; 363; 449
9	118; 230; 331; 433
10	105; 219; 310; 408

Варианты 5, 6. Первый набор данных (Гамма-распределение)

65	266	138	87	219	466	71	286	107	349
106	231	169	219	387	82	63	92	104	96
54	243	702	245	128	153	260	448	220	326
550	210	124	293	209	473	114	228	194	334
220	29	270	481	499	854	533	606	133	174
426	212	395	199	412	182	153	109	156	65
174	142	374	170	97	52	434	392	197	356
23	200	35	286	352	53	544	198	111	93
361	409	393	20	296	409	42	73	138	515
223	345	79	98	51	25	188	194	88	106

Второй набор данных (равномерное распределение)

Номер элемента	Моменты отказа на периоде времени 700 часов
1	86; 194; 299; 406; 505; 619
2	119; 221; 333; 438; 528; 643
3	86; 200; 295; 389; 496; 600
4	107; 188; 286; 385; 501; 612
5	82; 185; 294; 392; 510; 591; 675
6	117; 234; 340; 425; 516; 613; 695
7	110; 202; 318; 414; 503; 597
8	104; 197; 310; 429; 534; 622
9	109; 196; 289; 395; 510; 619
10	83; 193; 309; 419; 507; 592; 683

Практическое задание №2. Метод наименьших квадратов.

Варианты 1-5. Используя метод наименьших квадратов описать линейную зависимость объёма заработной платы в регионе от численности занятых и определить прогноз объёма заработной платы при условии, что численность занятых в регионе увеличится на 5% с момента последнего наблюдения

Показатель	1	2	3	4
Численность занятых	32	34	35	36
Объём заработной платы, млн. руб.	30	32	33	35

Варианты 6-10. Определить зависимость между темпами роста фондовооружённости и производительности труда за 10 лет, и составить прогноз на 11-й год, при условии, что фондовооружённость вырастет на 5,1 %.

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фондовооружённость труда, тыс. руб	10	10,5	11,1	11,6	12,2	12,9	13,6	14,3	15	15,8
Производительность труда, тыс. руб.	11,5	11,9	12,4	12,9	13,4	13,9	14,5	15	15,6	16,1

Практическое задание № 3. Прогноз с использованием регрессии

Задание. На основании данных табл. П для соответствующего варианта (табл.):

1. Построить предложенные уравнения регрессии.
2. Вычислить индексы парной корреляции для каждого уравнения.
3. Проверить значимость уравнений регрессии и отдельных коэффициентов линейного уравнения.
4. Определить лучшее уравнение регрессии на основе средней ошибки аппроксимации.
5. Построить интервальный прогноз для значения $x = x_{\text{тах}}$ для линейного уравнения регрессии.
6. Определить средний коэффициент эластичности.

Варианты кривых выравнивания

Вариант	Графы из табл. П1	Виды кривых выравнивания					
		Линейная	Параболическая	Экспоненциальная	Показательная	Логарифмическая	Гиперболическая
1	1, 2	*	*		*	*	
2	2, 3	*		*	*		
3	3, 4	*	*	*		*	
4	4, 5	*		*		*	
5	5, 6	*		*			*
6	6, 7	*			*	*	
7	7, 8	*	*			*	*
8	8, 9	*	*				*
9	9, 10	*			*	*	
10	1, 3	*		*		*	*
11	1, 4	*			*		*
12	1, 5	*			*	*	
13	1, 6	*	*		*	*	
14	1, 7	*			*		*
15	1, 8	*				*	*
16	1, 9	*	*	*			*
17	2, 4	*		*			*
18	2, 5	*			*	*	
19	2, 6	*				*	*
20	2, 7	*			*		*
21	2, 8	*	*		*	*	
22	2, 9	*	*			*	*
23	3, 6	*		*			*
24	3, 7	*			*	*	
25	3, 8	*	*		*		

Наличие предметов длительного пользования в домохозяйствах по регионам Российской Федерации (по материалам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств; на 100 домохозяйств, штук)

Области и республики	Теле- визоры	Ви- деомаг- нитофо- ны, видео- камеры	Маг- нитофо- ны, плееры	Музы- каль- ные центры	Персо- наль- ные ком- пьюте- ры	Холо- диль- ники. Моро- зиль- ники	Сти- раль- ные маши- ны	Элек- тропы- лесосы	Швей- ные, вя- зальны е маши- ны	Легко- вые авто- моби- ли
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Белгородская область	113	39	65	10	1	103	93	77	58	26
Брянская область	124	37	47	5	2	99	72	64	50	18
Владимирская область	124	36	61	10	2	105	90	77	68	24
Воронежская область	122	36	44	13	2	102	96	66	60	25
Ивановская область	128	26	47	9	1	106	92	71	71	9
Калужская область	140	43	61	14	6	106	88	81	66	28
Костромская область	117	31	45	12	1	100	85	58	58	14
Курская область	113	40	47	15	3	100	78	66	51	28
Липецкая область	122	48	58	13	2	113	95	73	66	34
Московская область	139	64	57	27	14	106	87	81	62	22
Орловская область	126	39	69	8	6	111	93	73	72	27
Рязанская область	120	34	46	8	3	106	80	65	51	21
Смоленская область	125	39	55	24	6	115	93	66	49	21
Тамбовская область	118	37	59	8	1	108	99	74	65	23
Тверская область	122	35	52	8	4	102	87	64	65	12
Тульская область	133	54	58	15	5	102	93	79	36	16
Ярославская область	136	36	47	12	4	110	88	71	69	14
Республика Карелия	146	49	65	16	9	106	87	68	55	32
Республика Коми	148	58	59	23	5	111	92	78	69	34

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Архангельская область	136	35	58	16	8	103	95	74	71	15
Вологодская область	138	34	51	10	3	104	95	64	60	19
Калининградская область	124	48	53	12	7	105	85	74	38	29
Ленинградская область	123	30	65	8	3	102	84	71	52	10
Мурманская область	149	59	63	29	8	107	92	87	74	21
Новгородская область	130	26	63	9	4	96	76	56	45	14
Псковская область	117	26	44	91	3	99	82	65	60	20
Краснодарский край	114	44	60	14	4	109	90	74	67	28
Ставропольский край	114	40	63	12	2	104	91	78	49	29
Астраханская область	126	54	55	11	5	116	87	76	66	29
Волгоградская область	109	41	55	8	1	106	93	74	70	23
Ростовская область	120	43	57	20	8	109	91	73	60	26
Республика Башкортостан	115	40	52	16	4	116	94	75	67	29
Республика Марий Эл	134	28	64	8	1	108	87	72	73	22
Республика Мордовия	130	33	52	10	1	109	89	77	58	18
Республика Татарстан	120	52	61	19	5	119	90	76	55	22
Удмуртская Республика	123	32	53	7	4	111	97	69	74	26
Чувашская Республика	128	31	60	11	0	105	85	76	78	19
Кировская область	144	27	60	7	2	120	109	74	86	22
Нижегородская область	125	36	52	6	3	114	101	81	75	21
Оренбургская область	124	47	57	17	6	119	105	82	66	36
Пензенская область	121	36	47	7	2	109	94	70	69	15
Пермская область	123	40	50	15	6	113	98	73	75	27
Самарская область	128	62	56	24	14	121	100	76	68	35
Саратовская область	118	38	51	12	4	124	87	65	62	27
Ульяновская область	116	37	51	9	4	109	96	77	67	25

Практическое задание № 4. Прогноз состояния системы прокатный стан

Варианты 1-5. Рассмотрим эргодическую стохастическую систему – S агрегат типа прокатный стан, который может находиться в одном из четырех состояний, т.е. система имеет следующее конечное множество состояний

$$S \{ e1, e2, e3, e4 \},$$

где e1 - рабочее состояние системы, e2 - состояние текущего ремонта, e3 - состояние внепланового (аварийного) ремонта, e4 - состояние модернизации рабочих элементов системы. Переходная матрица $P = (p_{i,j})$, размером 4×4 рассматриваемой системы S имеет вид:

$$P = \begin{pmatrix} 0,9 & 0,05 & 0,03 & 0,02 \\ 0,98 & 0 & 0,01 & 0,01 \\ 0,93 & 0,02 & 0,03 & 0,02 \\ 0,94 & 0,03 & 0 & 0,03 \end{pmatrix},$$

где $p_{i,j}$ - вероятность перехода системы S из состояния e_i в момент времени t_{n-1} в состояние e_j в момент времени t_n . В частности, элементы первой строки данной матрицы означают, что с вероятностью 0,9 система остается (задерживается) в рабочем состоянии и с вероятностями 0,05, 0,03, 0,02 система может перейти за один шаг (цикл) из рабочего состояния e1 в состояния e2, e3, e4, соответственно. Вектор начального состояния системы $P^{(0)} = \{p_1^{(0)}, p_2^{(0)}, \dots, p_n^{(0)}\}$ представляет собой вероятности пребывания системы в каждом из заданных состояний в начале процесса. Пусть в начальный момент времени t_0 система находится в состоянии e1, тогда для данного случая исходный вектор будет иметь вид $P^{(0)} = \{1, 0, 0, 0\}$. Элементы вектора стоимости пребывания системы в конкретном состоянии проставляются в условных единицах. Например, в условиях работы стана можно сделать следующие оценки элементов вектора стоимости: $C = \{10, -0.5, -1, -1\}$. Выполнить прогноз состояния системы

Варианты 6-10. Переходная матрица имеет вид:

$$P = \begin{bmatrix} 0,85 & 0,04 & 0 & 0,02 \\ 0,9 & 0,02 & 0,05 & 0,03 \\ 0,89 & 0,03 & 0,04 & 0,01 \\ 0,92 & 0 & 0,01 & 0,04 \end{bmatrix}.$$

Вектор начального состояния системы $P^{(0)} = \{0, 1, 0, 0\}$.

Практическое задание № 5. Прогноз с использованием непрерывных Марковских цепей. Варианты 1-5. Общая постановка задачи:

Система представляется в виде технического устройства (производственный агрегат), которое имеет три узла (элемента). Для работы технического устройства достаточно, чтобы работал хотя бы один узел. Система может находиться в следующих четырех состояниях: e1 – все узлы системы работают исправно; e2 – только один узел системы вышел из строя и подлежит восстановлению (ремонтируется или планируется его замена); e3 – два узла системы вышли из строя и восстанавливаются; e4 – все три узла системы вышли из строя и восстанавливаются. Граф системы приведен на рис.

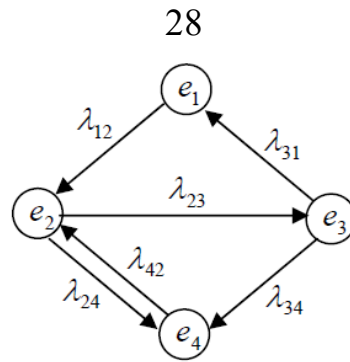


Рис. Размеченный граф системы
Интенсивности переходов λ_{ij} из состояния e_i в состояние e_j для каждого варианта приведены ниже.

№ варианта	λ_{12}	λ_{23}	λ_{24}	λ_{31}	λ_{34}	λ_{42}
1	2	2	3	1	2	1
2	3	2	1	2	1	2
3	1	1	2	3	3	3
4	3	3	1	2	1	2
5	2	1	2	3	1	1

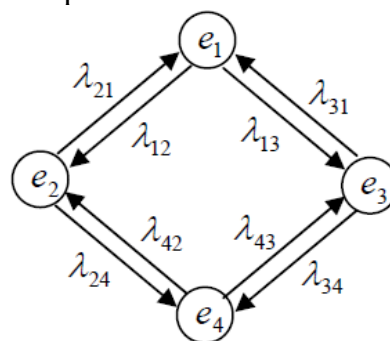
Определить: 1. Распределение вероятностей состояний для любого момента времени на интервале $t \in [0, 5]$ с шагом $h = 0,5$; 2. Вектор финальных вероятностей системы; 3. Эффективность работы системы, если векторы стоимостей состояний системы приведены ниже для каждого варианта.

№ варианта	e_1	e_2	e_3	e_4
1	12	5	-2	-12
2	18	8	-5	-18
3	10	3	-1	-10
4	24	10	-7	-24
5	5	2	-1	-5

Варианты 6-10. Общая постановка задачи:

Система состоит из двух компрессоров, предназначенных для перекачки газа, каждый из которых в любой момент времени может выйти из строя, после чего начинается ремонт компрессора, продолжающийся заранее неизвестное случайное время. Система может находиться в следующих состояниях:

e_1 – оба компрессора работают; e_2 – первый компрессор ремонтируется, второй работает; e_3 – второй компрессор ремонтируется, первый работает; e_4 – оба компрессора ремонтируются. Граф системы приведен на рис.



Граф системы

Интенсивности переходов λ_{ij} из состояния e_i в состояние e_j для каждого варианта приведены ниже.

№ варианта	λ_{12}	λ_{13}	λ_{21}	λ_{24}	λ_{31}	λ_{34}	λ_{42}	λ_{43}
6	1	2	1	2	3	1	3	2
7	2	3	2	1	2	2	1	3
8	3	1	3	3	1	3	2	1
9	2	2	1	1	3	3	2	1
10	1	3	2	1	3	1	2	2

Определить: 1. Распределение вероятностей состояний для любого момента времени на интервале $t \in [0, 5]$ с шагом $h = 0,5$; 2. Предельные вероятности системы; 3. Средний чистый доход от эксплуатации в стационарном режиме системы, если известно, что в единицу времени исправная работа первого и второго компрессора приносят доход соответственно в a_1 и a_2 ден. единиц, а их ремонт требует затрат соответственно b_1 и b_2 ден. единиц.

№ варианта	a_1	a_2	b_1	b_2
6	10	6	4	2
7	5	3	2	1
8	7	12	3	6
9	8	14	1	3
10	9	3	2	3

11.4. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в виде зачёта.

Согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов успеваемость обучающихся определяется на зачёте оценками «зачёт» и «незачёт». Уровень знаний, умений и навыков обучающегося при устном ответе во время зачёта определяется с использованием следующей шкалы по следующим критериям:

Оценка «зачтено» (минимальный уровень освоения компетенций) ставится, если продемонстрировано знание в целом учебного материала по основному и дополнительным вопросам, допущенные ошибки были исправлены после нескольких наводящих вопросов; продемонстрированы умения и навыки практического применения этих знаний для решения задач прогнозирования.

Оценка «не зачтено» (минимальный уровень освоения компетенций не достигнут) ставится, если не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации.

Вопросы к экзамену

1. Этапы контроля состояния машины. Основные понятия.
2. Анализ видов и последствий отказов машин (FMEA). Основные неисправности машин.
3. Анализ критичности отказов (FMECA). Классификация процессов по тяжести последствий отказов.
4. Формирование оптимальной стратегии мониторинга технического состояния (метод FMSA).
5. Исходные данные для прогнозирования.
6. Контроль состояния машины. Цели, задачи, методы технической диагностики.
7. Основные понятия технического прогнозирования. Общая процедура прогноза и её связь с диагностикой.
8. Факторы, влияющие на скорость развития неисправностей.
9. Уровни уведомления, предупреждения, останова. Многофакторный анализ. Критерии наступления отказов. Прогноз зарождения неисправности
10. Модели развития неисправностей. Типы моделей. Цели моделирования. Методы моделирования отказа. Пять общих подходов к моделированию.
11. Модели на основе описания физических процессов. Статистические модели. Эвристические модели. Модели на основе данных. Гибридные модели.
12. Уровни доверия прогноза. Процедура прогнозирования. Стадии: предварительная подготовка, прогнозирование отказов по развивающимся неисправностям, прогнозирование зарождения неисправностей и будущих отказов
13. Прогнозирование последствий принятых мер. Отчёт о прогнозировании.
14. Влияние человека на надёжность и безопасность технической системы. Виды ошибок человека. Ошибки проектирования, изготовления, технического обслуживания, оператора, контроля и т. д
15. Классификация методов прогнозирования.
16. Техника экспертного логического анализа. Достоинства метода. Рекомендации по проведению экспертизы. Метод сценариев.
17. Методы экстраполяции: экспоненциальное сглаживание.
18. Метод наименьших квадратов.
19. Функция регрессии и её свойства. Прикладной регрессионный анализ. Линейные модели. Линейная модель с одним переменным (регрессором).
20. Множественная регрессия. Распределение выборочных функций. Коэффициент детерминации. Техника регрессионного анализа. Полиномиальная регрессия. Нелинейные приближения.
21. Временные ряды. Основные обозначения и понятия. Примеры. Задачи исследования. Определение стационарного процесса. Белый шум. Детерминированные временные ряды.
22. Стохастические временные ряды. Процессы авторегрессии. Марковский процесс, процесс Юла.
23. Процедуры обработки временных рядов. Модель Бокса-Дженкинса.

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Прогнозирование технического состояния машин»

Код и название направления подготовки: 15.03.03 «Прикладная механика».

Программа академического бакалавриата.

Профиль: «Надёжность и безопасность машин».

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

1. Цель дисциплины: приобретение комплекса знаний, умений и навыков для прогнозирования технического состояния, надёжности и безопасности машин.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина относится к вариативной части блока Б1.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Изучение дисциплины направлено на формирование и развитие компетенций (коды, в соответствии с ФГОС ВО): ПК-5, ПК-10, ПК-25.

4. Общая трудоемкость дисциплины: 5 зачетных единицы (180 часов).

5. Основные разделы дисциплины:

1. Основы технического прогнозирования
2. Методология прогнозирования технического состояния машины
3. Методы прогнозирования. Интуитивные методы
4. Методы экстраполяции и регрессионный анализ
5. Структурные модели временных рядов

6. Автор: Толстошеев Андрей Константинович, доцент, доцент

7. Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры «Детали машин»

от « 30 » 08 2018 г., протокол № 8 и утверждена первым проректором по учебной работе 31. 08. 2018 г.

Лист регистрации изменений

Порядковый номер изменения	Раздел, пункт	Вид изменения (заменить, аннулировать, добавить)	Дата внесения изменения	Ф.И.О., подпись лица, внесшего изменение	Номер и дата протокола научно-метод. совета университета