



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИЭЭ
протокол № 7 от 24.03.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Института электроэнергетики и
электроники

Р.В. Ахметова

«30» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.02.06.07 Надежность электромеханических комплексов и систем

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность(и)
(профиль(и)) Электромеханические комплексы и системы

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ЭТКС	к.т.н., доцент	Литвиненко Р.С.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ЭТКС	17.05.2023	Протокол №29	_____ Зав. кафедрой ЭТКС, к.т.н., доцент Павлов П.П.
Согласована	ЭТКС	17.05.2023	Протокол №29	_____ Зав. кафедрой ЭТКС, к.т.н., доцент Павлов П.П.
Согласована	Учебно-методический совет ИЭЭ	30.05.2023	Протокол №8	_____ Директор ИЭЭ, к.т.н., доцент Ахметова Р.В.
Одобрена	Ученый совет ИЭЭ	30.05.2023	Протокол №9	_____ Директор ИЭЭ, к.т.н., доцент Ахметова Р.В.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Надежность электромеханических комплексов и систем» является изучение основ теории и практики оценки показателей надежности различных технических объектов, представляющих сложные технические системы, с учетом восстановления и дисциплин обслуживания..

Задачами дисциплины являются:

- формирование у студентов целостного представления о основных положениях теории надежности ЭМК и С;
- структурирование сведений о методах анализа надежности ЭМК и С;
- формирование практических навыков расчета надежности сложных систем с учетом восстановления

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2 Способен участвовать в проектировании электромеханических комплексов и систем	ПК-2.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений
ПК-3 Способен участвовать в эксплуатации электромеханических комплексов и систем	ПК-3.1 Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования объектов профессиональной деятельности

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

Математика. Проектирование электрооборудования электромеханических комплексов и систем.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)	
			8	
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108	108	
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	49	49	
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1	36	36	
Лекции	0,33	12	12	
Практические (семинарские) занятия	0,33	12	12	
Лабораторные работы	0,33	12	12	
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	1	72	72	
Проработка учебного материала	1	36	36	
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36	
Промежуточная аттестация:			Э	

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)	
			5	
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108	108	
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	-	34	34	
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,45	16	16	
Лекции	0,17	6	6	
Практические (семинарские) занятия	0,11	4	4	
Лабораторные работы	0,17	6	6	
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,55	92	92	
Проработка учебного материала	2,30	83	83	
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Подготовка к промежуточной аттестации	0,25	9	9	
Промежуточная аттестация:			Э	

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Теория надежности. Термины и определения	18	4		4	10	ТК1	ПК-2.13
Раздел 2. Методы расчета показателей надежности ЭМК и С	28	4	8	4	12	ТК2	ПК-2.1 3,У
Раздел 3. Методы повышения надежности ЭМК и С	16	2	4	2	8	ТК3	ПК-3.1 3,У,В
Раздел 4. Надежность и технический риск	10	2		2	6	ТК4	ПК-3.13
Курсовой проект							
Экзамен	36				36	ОМ	ПК-2.1+ ПК-3.1
ИТОГО	108	12	12	12	72		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Теория надежности. Термины и определения.

Лекция 1.1. Теория надежности. Термины и определения.

Лекция 1.2. Факторы, влияющие на надежность ЭМК и С. Виды отказов технических объектов. Критерии и показатели надежности технических объектов.

Раздел 2. Методы расчета показателей надежности ЭМК и С.

Лекция 2.1. Критерии и показатели надежности невосстанавливаемых технических объектов.

Лекция 2.2. Критерии и показатели надежности восстанавливаемых технических объектов. Комплексные показатели надежности.

Раздел 3. Методы повышения надежности ЭМК и С.

Лекция 3.1. Методы повышения надежности ЭМК и С. Резервирование технических систем.

Раздел 4. Надежность и технический риск.

Лекция 4.1. Понятие о техногенном риске. Надежность и технический риск ЭМК и С.

3.4. Тематический план практических занятий

Практическое занятие 1. Законы распределения времени до отказа элементов ЭМК и С

Практическое занятие 2. Расчет комплексных показателей надежности ЭМК и С

Практическое занятие 3. Оценивание показателей надежности невосстанавливаемых технических объектов

Практическое занятие 4. Оценивание показателей надежности восстанавливаемых технических объектов

Практическое занятие 5. Исследование эффективности различных видов структурного резервирования

Практическое занятие 6. Исследование влияния надежности на технический риск ЭМК и С

3.5. Тематический план лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Статистический анализ данных о надежности технических объектов. Определение параметров закона распределения.

Лабораторная работа 2. Статистический анализ данных о надежности технических объектов. Проверка статистической гипотезы о виде закона распределения.

Лабораторная работа 3. Статистический анализ данных о надежности технических объектов. Построение точечных оценок показателей надежности.

Лабораторная работа 4. Статистический анализ данных о надежности технических объектов. Построение интервальных оценок показателей надежности.

Лабораторная работа 5. Исследование методов расчета показателей надежности с использованием структурной схемы надежности.

Лабораторная работа 6. Выбор оптимального варианта ЭМК и С с учетом надежности и технического риска.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции				
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий	
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54	
			Шкала оценивания				
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно	
			зачтено		не зачтено		
ПК-2	ПК-2.1	Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	знать:				
			Основы статистического анализа экспериментальных данных о надежности элементов ЭМК и С	Свободно и в полном объеме описывает все теоретические положения методики статистического анализа данных и все оцениваемые показатели	Свободно и в полном объеме описывает все теоретические положения методики статистического анализа данных. Достаточно полно знает все оцениваемые показатели	Плохо описывает все теоретические положения методики статистического анализа данных, ошибается при описании оцениваемых показателей	Не знает теоретических положений методики статистического анализа данных и оцениваемые при этом показатели
			уметь:				
		Осуществлять работ по обработке и анализу научно-технической информации, результатов исследований для проектирования ЭМК и С и их компонентов	Свободно осуществляет обработку и анализ научно-технической информации, результатов исследований в исследовании надежности ЭМК и С и их	Умеет осуществлять работы по обработке и анализу научно-технической информации, результатов исследований в исследовании надежности ЭМК и	Слабо, с ошибками осуществляет обработку и анализ научно-технической информации, результатов исследований в исследовании надежности ЭМК и С	Не умеет осуществлять работы по обработке и анализу научно-технической информации, результатов исследований в исследовании надежности ЭМК и	

			компонент ов	компонент ов ЭМК и С, допускает незначительные ошибки	и их компонент ов	С и их компонент ов
		Владеть:				
		Математическим аппаратом оценки показателей надежности различных элементов ЭМК, и системы в целом	Владеет математическим аппаратом оценки показателей надежности и различных элементов ЭМК, и системы в целом	Владеет математическим аппаратом оценки показателей надежности и различных элементов ЭМК, ошибается при систематизации информации	Владеет слабыми навыками применения математического аппарата оценки показателей надежности и различных элементов ЭМК, ошибается при анализе и систематизации информации о ЭМК в целом	Не владеет математическим аппаратом оценки показателей надежности и различных элементов ЭМК, и системы в целом
		Знать:				
ПК-3	ПК-3 3.1Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования объектов профессиональной деятельности	Методики проведения мероприятий направленных на повышение эффективности процессов технической эксплуатации, обслуживания и ремонта ЭМК и С и их компонентов	Свободно и в полном объеме знает методику проведения мероприятий направленных на повышение эффективности процессов технической эксплуатации, обслуживания и ремонта ЭМК и С и	Свободно и в полном объеме знает методику проведения мероприятий направленных на повышение эффективности процессов технической эксплуатации, обслуживания и ремонта компонент	Плохо знает методику проведения мероприятий направленных на повышение эффективности процессов технической эксплуатации, обслуживания и ремонта компонентов ЭМК и С.	Не знает методику проведения мероприятий направленных на повышение эффективности процессов технической эксплуатации, обслуживания и ремонта ЭМК и С и их компонентов

			их компонент ов	ов ЭМК и С. Допускает ошибки при систематизации информации о компонентах ЭМК и С в целом	Теряется при систематизации информации о компонентах ЭМК и С в целом	
Уметь:						
		Проводить оценку достигнутого уровня надежности ЭМК и Сс учетом различных дисциплин обслуживания на всех этапах жизненного цикла	Свободно проводить оценку достигнутого уровня надежности ЭМК и Сс учетом различных дисциплин обслуживания на всех этапах жизненного цикла	Умеет проводить оценку достигнутого уровня надежности ЭМК и Сс учетом восстановления	Слабо ориентируется в процедуре оценки достигнутого уровня надежности ЭМК и Сс учетом восстановления	Не умеет проводить оценку достигнутого уровня надежности ЭМК и Сс учетом различных дисциплин обслуживания на всех этапах жизненного цикла
Владеть:						
		Современными методами повышения надежности ЭМК и С	Владеет современными методами повышения надежности ЭМК и С	Владеет методами повышения надежности ЭМК и С, допускает ошибки в области структурного резервирования	Владеет слабыми навыками повышения надежности ЭМК и С, допускает ошибки в области видов резервирования	Не владеет современными методами повышения надежности ЭМК и С

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедреразработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Малафеев, С. И. Надежность технических систем: Примеры и задачи: учебное пособие / С. И. Малафеев, А.И.Копейкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-1268-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168982> (дата обращения: 17.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Аполлонский, С.М. Надежность и эффективность электрических аппаратов : учебное пособие / С.М. Аполлонский, Ю. В.Куклев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1130-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167900> (дата обращения: 17.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.1.2.Дополнительная литература

1. Ведерникова, И. И. Введение в теорию надежности: учебник / И. И. Ведерникова, С.А.Егоров, Н.Е.Егорова. — 1-е изд., стер. — Иваново : ИГЭУ, 2019. — 149 с. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://elib.ispu.ru/node/7508> (дата обращения: 17.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Афонин, В.А. Основы теории надежности:учебное пособие / В.А. Афонин, под ред. И.И.Ладыгина. — М : Издательский дом МЭИ, 2019. — 208 с. — ISBN 978-5-383-01339-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013397.html> (дата обращения: 17.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Березкин, Е. Ф. Надежность и техническая диагностика систем: учебное пособие / Е.Ф.Березкин. —Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 260 с. — ISBN 978-5-8114-3375-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115514> (дата обращения: 17.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Курс Moodle	http://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=1061

5.2.2. Профессиональные базы данных /Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
2	Университетская информационная система Россия	uisrussia.msu.ru	uisrussia.msu.ru
3	Европейское патентное ведомство	ep.espacenet.com	ep.espacenet.com
4	Патентная база USPTO	patft.uspto.gov	patft.uspto.gov

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	MATLAB Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License)	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений.	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
2	Simulink Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License)	Графическая среда имитационного моделирования	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
3	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
4	Office Standard 2007 Russian OLP AcademicEdition+	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно
5	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
6	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
7	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
	Компьютерный класс с выходом в Интернет Б-112, Б-110	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), лицензионное программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются

следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа

милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;
- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;
- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая кафедра)
1	2	3	4	5	6
1	№4, ОМ	12.III.2024	Увеличено количество тем для собеседования по 1, 3 и 4 разделам до 15.	П.П.Павлов	Р.В.Ахметова
2					
3					

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Надежность электромеханических комплексов и систем

Направление подготовки _____ 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация _____ Бакалавр

г. Казань, 2023

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-2	ПК-2.1Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	знать:				
		Основы статистического анализа экспериментальных данных о надежности элементов ЭМК и С	Свободно и в полном объеме описывает все теоретические положения методики статистического анализа данных и все оцениваемые показатели	Свободно и в полном объеме описывает все теоретические положения методики статистического анализа данных. Достаточно полно знает все оцениваемые показатели	Плохо описывает все теоретические положения методики статистического анализа данных, ошибается при описании оцениваемых показателей	Не знает теоретических положений методики статистического анализа данных и оцениваемые при этом показатели
		уметь:				
		Осуществлять работ по обработке и анализу научнотехнической информации, результатов исследований для проектирования ЭМК и С и их компонентов	Свободно осуществляет обработку и анализ научно-технической информации, результатов исследований в области надежности ЭМК и С и их компонентов	Умеет осуществлять работы по обработке и анализу научнотехнической информации, результатов исследований в области надежности и компонентов ЭМК и С, допускает	Слабо, с ошибками осуществляет обработку и анализ научнотехнической информации, результатов исследований в области надежности ЭМК и С и их компонентов	Не умеет осуществлять работы по обработке и анализу научнотехнической информации, результатов исследований в области надежности ЭМК и С и их компонентов

				незначительные ошибки		
		Владеть:				
		Математическим аппаратом оценки показателей надежности различных элементов ЭМК, и системы в целом	Владеет математическим аппаратом оценки показателей надежности и различных элементов ЭМК, и системы в целом	Владеет математическим аппаратом оценки показателей надежности и различных элементов ЭМК, ошибается при систематизации информации	Владеет слабыми навыками применения математического аппарата оценки показателей надежности и различных элементов ЭМК, ошибается при анализе и систематизации информации о ЭМК в целом	Не владеет математическим аппаратом оценки показателей надежности и различных элементов ЭМК, и системы в целом
		Знать:				
ПК-3	<p>ПК-3.1 Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования объектов профессиональной деятельности</p>	Методики проведения мероприятий направленных на повышение эффективности процессов технической эксплуатации, обслуживания и ремонта ЭМК и С и их компонентов	Свободно и в полном объеме знает методику проведения мероприятий направленных на повышение эффективности процессов технической эксплуатации, обслуживания и ремонта ЭМК и С и их компонентов	Свободно и в полном объеме знает методику проведения мероприятий направленных на повышение эффективности процессов технической эксплуатации, обслуживания и ремонта ЭМК и С. Допускает ошибки	Плохо знает методику проведения мероприятий направленных на повышение эффективности процессов технической эксплуатации, обслуживания и ремонта ЭМК и С. Теряется при систематизации	Не знает методику проведения мероприятий направленных на повышение эффективности процессов технической эксплуатации, обслуживания и ремонта ЭМК и С и их компонентов

				при систематизации информации о компонентах ЭМК и С в целом	информации о компонентах ЭМК и С в целом	
Уметь:						
		Проводить оценку достигнутого уровня надежности ЭМК и Сс учетом различных дисциплин обслуживания на всех этапах жизненного цикла	Свободно проводить оценку достигнутого уровня надежности и ЭМК и Сс учетом различных дисциплин обслуживания на всех этапах жизненного цикла	Умеет проводить оценку достигнутого уровня надежности и ЭМК и Сс учетом восстановления	Слабо ориентируется в процедуре оценки достигнутого уровня надежности и ЭМК и Сс учетом восстановления	Не умеет проводить оценку достигнутого уровня надежности и ЭМК и Сс учетом различных дисциплин обслуживания на всех этапах жизненного цикла
Владеть:						
		Современными методами повышения надежности ЭМК и С	Владеет современными методами повышения надежности и ЭМК и С	Владеет методами повышения надежности и ЭМК и С, допускает ошибки в области структурного резервирования	Владеет слабыми навыками повышения надежности и ЭМК и С, допускает ошибки в области видов резервирования	Не владеет современными методами повышения надежности и ЭМК и С

Оценка «отлично» выставляется за выполнение практических и лабораторных работ в семестре; глубокое понимание принципов построения структурной схемы надежности ЭМК и С, методов их анализа и статистической оценки показателей надежности, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка «хорошо» выставляется за выполнение практических и лабораторных работ в семестре; понимание принципов построения структурной схемы надежности ЭМК и С, методов их анализа и

статистической оценки показателей надежности, хорошие ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение практических и лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; удовлетворительное понимание принципов построения структурной схемы надежности ЭМК и С, методов их анализа; удовлетворительные ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за неполное выполнение практических и лабораторных работ в семестре; неудовлетворительные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание).

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Собеседование (Сбс)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по разделам дисциплины
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: **ПК-2** Способен участвовать в проектировании электромеханических комплексов и систем. **ПК-2.1** Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений.

Собеседование (СБС)

Темы:

1. Понятия и определения теории надежности.
2. Понятие отказа технического объекта.
3. Нарботка технического объекта.
4. Критерии и показатели надежности технического объекта.
5. Безотказность технической системы.
6. Долговечность технической системы.
7. Сохраняемость технической системы.
8. Ремонтпригодность технической системы.
9. Понятие объекта, структуры и системы.
10. Виды и состояния технической системы.
11. Факторы, влияющие на надежность ЭМК и С.
12. Классификация технических систем.
13. Классификация и характеристики отказов ЭМК и С.
14. Понятие структуры технической системы с позиций теории надежности.
15. Классификация методов резервирования.

Практическое занятие 1. Законы распределения времени до отказа элементов ЭМК и С.

Задание. *Нерезервированная система состоит из 5 элементов, имеющих различные законы распределения времени до отказа. Виды законов распределений и их параметры приведены в табл.*

Законы распределения времени до отказа

Номер элемента	1	2	3	4	5
Закон распределения времени до отказа	$W(2;1800)$	$\Gamma(7;300)$	$R(8 \times 10^{-8})$	$Exp(0.002)$	$TN(2000;90)$

В табл. приняты следующие обозначения законов распределения: W – Вейбулла, Γ – гамма, R – Рэлея, Exp – экспоненциальный, TN – усеченный нормальный, N – нормальный. В скобках указаны параметры распределений.

Определите показатели надежности каждого элемента: вероятность безотказной работы, среднее время безотказной работы, интенсивность отказа, плотность распределения времени безотказной работы. Для показателей, зависящих от времени, получите решение в виде графиков.

Практическое занятие 2. Расчет комплексных показателей надежности ЭМК и С.

Задание. *Нерезервированная система состоит из 7 элементов. Интенсивности их отказов приведены в табл. .*

Интенсивности отказов элементов

Номер элемента	1	2	3	4	5	6	7
$\lambda_j, \text{ час}^{-1}$	0,0003	0,0002	0,0009	0,0006	$\frac{0,000}{4}$	0,0003	0,0005

Интенсивности восстановления элементов одинаковы и равны $\mu = 0,4 \text{ час}^{-1}$.

Определите показатели надежности системы: интенсивность отказов системы, среднюю наработку на отказ и среднее время восстановления системы, коэффициент и функцию готовности системы, коэффициент простоя системы; коэффициент оперативной

готовности системы, при условии экспоненциального закона распределения отказов. Для показателей, зависящих от времени, получите решение в виде графиков.

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-2 Способен участвовать в проектировании электромеханических комплексов и систем. ПК-2.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений.

Практическое занятие 3. Оценивание показателей надежности невосстанавливаемых технических объектов

1. **Задание.** Дана резервированная система с постоянным резервом кратности $m=2$. Элементы системы имеют постоянную интенсивность отказа $\lambda=0,05 \text{ час}^{-1}$. **Найдите** показатели надежности всей системы.

2. **Задание.** Структурная схема надежности системы представляет собой дублированную систему с постоянно включенным резервом. Элементы системы имеют разные законы распределения времени до отказа: экспоненциальный с интенсивностью отказа $\lambda=0,002 \text{ час}^{-1}$ и Вейбулла с параметрами $\alpha=4, \beta=500 \text{ час}$. **Определите** показатели надежности системы.

3. **Задание.** Пусть система состоит из трех одинаковых элементов. При этом ее отказ наступает при отказе любых двух или всех трех элементов. В данном случае имеет место мажоритарное резервирование с кратностью $1/2$, т.е. один резервный элемент и два основных. **Определите** показатели надежности $P_c(t), T_c, \lambda_c(t)$, при условии, что интенсивности отказа постоянны.

Практическое занятие 4. Оценивание показателей надежности восстанавливаемых технических объектов

Задание. Нерезервированная система состоит из 7 элементов. Интенсивности их отказов приведены в табл.

Интенсивности отказов элементов.

Номер элемента	1	2	3	4	5	6	7
$\lambda_i, \text{ час}^{-1}$	0,0003	0,0002	0,0009	0,0006	0,0004	0,0003	0,0005

Интенсивности восстановления элементов одинаковы и равны $\mu=0,4 \text{ час}^{-1}$.

Определите показатели надежности системы. Для показателей, зависящих от времени, получите решение в виде графиков.

Лабораторная работа 1. Статистический анализ данных о надежности технических объектов. Определение параметров закона распределения.

Лабораторная работа 2. Статистический анализ данных о надежности технических объектов. Проверка статистической гипотезы о виде закона распределения.

Лабораторная работа 3. Статистический анализ данных о надежности технических объектов. Построение точечных оценок показателей надежности.

Лабораторная работа 4. Статистический анализ данных о надежности технических объектов. Построение интервальных оценок показателей надежности.

Задание на лабораторную работу.

Исследуется закон постепенных износных отказов ТЭД. Статистическими наблюдениями было зафиксировано $N=$ _____ результатов. Результаты испытаний были сгруппированы в $n=8$ разрядов. Требуется произвести выравнивание экспериментальных данных нормальным законом, найти показатели надежности ТЭД, построить график

вероятности безотказной работы ТЭД и найти доверительный интервал разброса среднего результата (центра рассеивания) при доверительной вероятности 90%. Построить полосу надежности работы ТЭД, отвечающей заданной доверительной вероятности. Выравнивание произвести методом моментов.

Вариант	N	P _д	Интервалы / количество отказов							
1.	400	0,8	52,5-57,5	57,5-62,5	62,5-67,5	67,5-72,5	72,5-77,5	77,5-82,5	82,5-87,5	87,5-92,5
			23	53	112	100	75	31	4	2
2.	400	0,95	26,5-29,5	29,5-32,5	32,5-35,5	35,5-38,5	38,5-41,5	41,5-44,5	44,5-47,5	47,5-50,5
			15	37	90	112	93	42	9	2
3.	400	0,9	85,5-88,5	88,5-91,5	91,5-94,5	94,5-97,5	97,5-100,5	100,5-103,5	103,5-106,5	106,5-109,5
			15	43	88	119	85	41	7	2
4.	400	0,98	52-58	58-64	64-70	70-76	76-82	82-88	88-94	94-100
			13	42	90	109	84	44	16	2
5.	400	0,8	43-47	47-51	51-55	55-59	59-63	63-67	67-71	71-75
			17	43	96	110	90	26	15	3
6.	400	0,95	97-103	103-109	109-115	115-121	121-127	127-133	133-139	139-145
			16	51	91	114	91	32	4	1
7.	350	0,9	44-48	48-52	52-56	56-60	60-64	64-68	68-72	72-76
			9	33	76	107	72	40	11	2
8.	350	0,98	61-65	65-69	69-73	73-77	77-81	81-85	85-89	89-93
			15	40	75	108	65	39	7	1
9.	350	0,8	48,5-51,5	51,5-54,5	54,5-57,5	57,5-60,5	60,5-63,5	63,5-66,5	66,5-69,5	69,5-72,5
			18	37	81	106	68	33	6	1
10.	350	0,95	60-64	64-68	68-72	72-76	76-80	80-84	84-88	88-92
			13	47	72	89	75	41	10	3
11.	350	0,9	75-81	81-87	87-93	93-99	99-105	105-111	111-117	117-123
			11	38	85	96	77	34	7	2
12.	350	0,98	102,5-107,5	107,5-112,5	112,5-117,5	117,5-122,5	122,5-127,5	127,5-132,5	132,5-137,5	137,5-142,5
			25	35	85	112	70	17	5	1
13.	450	0,8	22-26	26-30	30-34	34-38	38-42	42-46	46-50	50-54
			12	44	112	130	95	46	8	3
14.	450	0,95	27,5-32,5	32,5-37,5	37,5-42,5	42,5-47,5	47,5-52,5	52,5-57,5	57,5-62,5	62,5-67,5
			15	45	91	128	110	51	7	3
15.	450	0,9	81,5-84,5	84,5-87,5	87,5-90,5	90,5-93,5	93,5-96,5	96,5-99,5	99,5-102,5	102,5-105,5
			12	49	92	153	82	49	10	3

Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция: ПК-3. Способен участвовать в эксплуатации электромеханических комплексов и систем. ПК-3.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования объектов профессиональной деятельности.

Собеседование.

Темы:

1. Методы повышения надежности электрических машин.
2. Методы повышения надежности ЭМК и С.
3. Постоянно включенный резерв.
4. Резерв замещением.

5. Общее и раздельное резервирование.
6. Кратность резервирования.
7. Методы повышения надежности на этапе разработки.
8. Методы повышения надежности на этапе эксплуатации.
9. Предиктивная диагностика отказов.
10. Техническая диагностика технических объектов.
11. Методы анализа надежности, основанные на применении теорем теории вероятностей.
12. Методы анализа надежности, основанные на теории марковских процессов.
13. Приближенные методы анализа надежности.
14. Стационарные показатели надежности неизбыточных и избыточных систем.
15. Дублированная техническая система с различными видами резервирования.

Практическое занятие 5. Исследование эффективности различных видов структурного резервирования

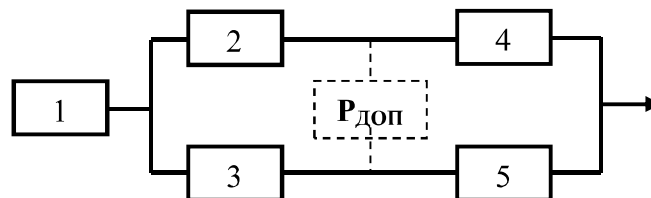
1. Задание. Вычислите коэффициент готовности, наработку на отказ, среднее время восстановления резервированной системы с постоянно включенным резервом и по методу замещения. Исходные данные: интенсивность отказов $\lambda = 0,0035 \text{ час}^{-1}$, интенсивность восстановления $\mu = 0,1 \text{ час}^{-1}$. Решение необходимо получить при кратности резервирования $t = 1, 2, 3, 4$. Рассмотрите случаи одной бригады обслуживания и независимого восстановления.

2. Задание. Дана резервированная система с резервом замещением кратности $t = 2$. Элементы системы имеют постоянную интенсивность отказа $\lambda = 0,05 \text{ час}^{-1}$. Определите вероятность безотказной работы и среднее время работы системы. Сравните $P_c(t)$ с постоянно включенным резервом. Оценить надежность системы состоящей из 4 последовательно соединенных однотипных элементов со скользящим резервированием при $n=2$ и $n=3$. Для $t=100$ часов построить график изменения ВБР и интенсивности отказов.

Лабораторная работа 5. Исследование методов расчета показателей надежности с использованием структурной схемы надежности.

Задание. На рисунке представлена структурная схема надежности системы состоящей из 5 элементов, ВБР которых равны $P_1 = 0,9558; P_2 = 0,9742; P_3 = 0,9611; P_4 = 0,9439; P_5 = 0,9811$.

Оцените ВБР и среднюю наработку на отказ исходной системы и системы с учетом введения дополнительного элемента ($P_{\text{доп}} = 0,9345$). Время между отказами системы подчиняется экспоненциальному закону распределения.



Лабораторная работа 6. Выбор оптимального варианта ЭМК и С с учетом надежности и технического риска.

Задание. Электрический силовой привод состоит из следующих основных элементов:

1. Потенциометрический датчик RP .
2. Стабилизирующее устройство F .

3. Полупроводниковый усилитель *A*.
4. Электромагнитный усилитель *G*.
5. Приводной двигатель *M2*.
6. Двигатель постоянного тока *M1*.
7. Редуктор *q*.

Показатели надежности и технического риска элементов представлены в табл.

Показатели надежности и технического риска элементов электропривода

	Элементы электропривода						
	<i>RP</i>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>G</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>	<i>q</i>
Номер элемента	1	2	3	4	5	6	7
<i>T</i> , лет	10	8	9	11	15	10	12
<i>T_B</i> , час	5	4	6	8	18	18	4
<i>r</i> , у.е.	200	500	350	600	1500	1500	150

Вероятности отказов элементов ЭП имеют экспоненциальный закон распределения.

Для выбора оптимальной варианта ЭП **определите** показатели надежности и технического риска за время $t = 2$ года следующих структурных схем надежности:

- исходного электропривода;
- электропривода с резервированием наименее надежного элемента ($m = 1$) (постоянно включенный резерв);
- электропривода с резервированием наименее надежного элемента ($m = 1$) (резерв замещением);
- электропривода с резервированием наименее надежного элемента ($m = 1$) (постоянно включенный резерв) при наличии восстановления;
- электропривода с резервированием наименее надежного элемента ($m = 1$) (резерв замещением) при наличии восстановления.

Для текущего контроля ТК4:

Проверяемая компетенция: ПК-3.1. Способен участвовать в эксплуатации электромеханических комплексов и систем. ПК-3.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования объектов профессиональной деятельности.

Собеседование.

Темы:

1. Техногенный риск.
2. Надежность и безопасность технической системы.
3. Надежность и качество технической системы.
4. Надежность и технический риск.
5. Методика оценки техногенного риска.
6. Управление надежностью и техническим риском.
7. Оценка экономического ущерба полученного от промышленных предприятий.
8. Техническая система безопасности.
9. Основные этапы обеспечения надежности и безопасности технических систем.
10. Ущерб, причиняемый техногенными катастрофами.
11. Риск системы с двумя состояниями.
12. Асимптотическое поведение функции риска.
13. Полезность технической системы и методы снижения риска.
14. Зависимость риска от частоты неблагоприятных событий.
15. Техносфера и технические системы.

Практическое занятие 6. Исследование влияния надежности на технический риск ЭМК и С.

Задание. Электрический силовой привод состоит из следующих основных элементов:

1. Потенциометрический датчик RP .
2. Стабилизирующее устройство F .
3. Полупроводниковый усилитель A .
4. Электромагнитный усилитель G .
5. Приводной двигатель $M2$.
6. Двигатель постоянного тока $M1$.
7. Редуктор q .

Показатели надежности и риска элементов представлены в табл.

Показатели надежности и риска элементов электропривода

	Элементы электропривода						
	RP	F	A	G	$M2$	$M1$	q
Номер элемента	1	2	3	4	5	6	7
T , лет	10	8	9	11	15	10	12
T_B , час	5	4	6	8	18	18	4
r , у.е.	200	500	350	600	1500	1500	150

Вероятности отказов элементов ЭП имеют экспоненциальный закон распределения.

Определите показатели надежности и технического риска за время $t = 2$ года.

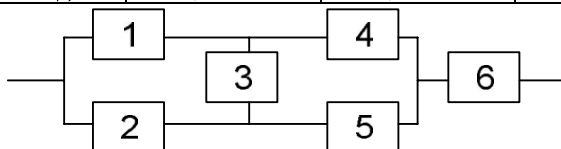
Для промежуточной аттестации:

Примеры экзаменационных билетов

Билет 1

1. Основные понятия, термины и определения теории надежности.
2. Найти вероятность безотказной работы системы, структурная схема надежности которой представлена на рисунке

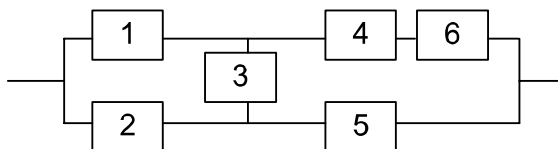
	1	2	3	4	5	6
$P(t)$	0,9884	0,9849	0,819	0,741	0,91	0,838



Билет 2

1. Показатели надежности невосстанавливаемых ЭМК и С.
2. Найти вероятность безотказной работы системы, структурная схема надежности которой представлена на рисунке

	1	2	3	4	5	6
$P(t)$	0,9647	0,9715	0,887	0,787	0,818	0,857



Билет 3

1. Комплексные показатели надежности ЭМК и С.
2. По результатам испытаний представленным в таблице, оценить следующие показатели надежности $P(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$ и T_i

Количество образцов находившихся на испытании $N_0 = 900$					
Интервал, час	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500
Длина, Δt	100				
$n(t, t + \Delta t)$	3	7	6	9	12

Билет 4

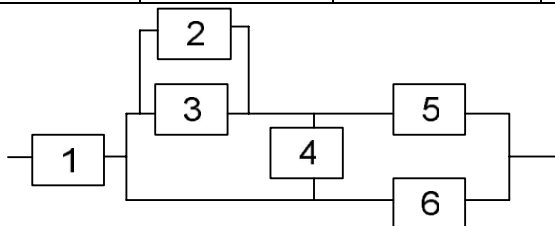
1. Нормальный закон распределения наработки на отказ ЭМК и С.
2. По результатам испытаний представленным в таблице, оценить следующие показатели надежности $P(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$ и T_1

Количество образцов находившихся на испытании $N_0 = 750$					
Интервал, час	0-170	170-340	340-510	510-680	680-850
Длина, Δt	170				
$n(t, t + \Delta t)$	2	3	7	8	11

Билет 5

1. Экспоненциальный закон распределения наработки на отказ ЭМК и С.
2. Найти вероятность безотказной работы системы, структурная схема надежности которой представлена на рисунке

	1	2	3	4	5	6
$P(t)$	0,9394	0,9403	0,848	0,662	0,808	0,749



Билет 6

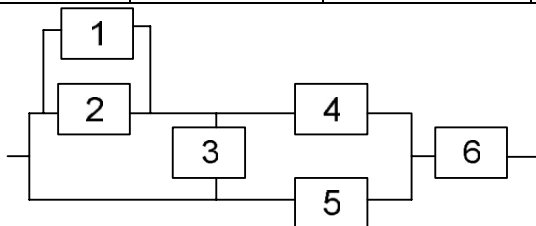
1. Закон Вейбулла-Гнеденко распределения наработки на отказ ЭМК и С.
2. По результатам испытаний представленным в таблице, оценить следующие показатели надежности $P(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$ и T_1

Количество образцов находившихся на испытании $N_0 = 600$					
Интервал, час	0-200	200-400	400-600	600-800	800-1000
Длина, Δt	200				
$n(t, t + \Delta t)$	5	8	9	14	12

Билет 7

1. Структурная надежность ЭМК и С.
2. Найти вероятность безотказной работы системы, структурная схема надежности которой представлена на рисунке

	1	2	3	4	5	6
$P(t)$	0,8849	0,8849	0,67	0,852	0,736	0,744

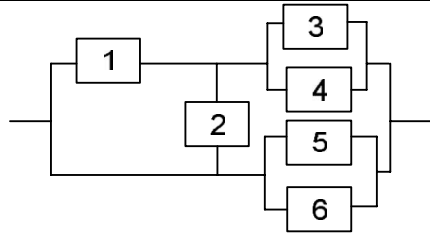


Билет 9

1. Резервирование ЭМК и С.

2. Найти вероятность безотказной работы системы, структурная схема надежности которой представлена на рисунке

	1	2	3	4	5	6
$P(t)$	0,8754	0,8884	0,978	0,968	0,708	0,689



Билет 10

1. Порядок статистической обработки экспериментальных данных о надежности ЭМК и С.
2. По результатам испытаний представленным в таблице, оценить следующие показатели надежности $P(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$ и T_f

Количество образцов находившихся на испытании $N_0 = 950$					
Интервал, час	0-300	300-600	600-900	900-1200	1200-1500
Длина, Δt	300				
$n(t, t + \Delta t)$	6	9	10	14	16