

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»**

Агроинженерный факультет

Кафедра Электротехники и автоматики

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой
Афоничев Д.Н.
30 августа 2017г.



Фонд оценочных средств

по дисциплине Б1.В.ДВ.05.01 «Надежность элементов электрических систем» для направления 35.03.06.«Агроинженерия» профиль «Электрооборудование и электротехнологии в АПК» прикладной бакалавриат

1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Компетенции		Планируемые результаты обучения
код	название	
ПК-8	Готовностью к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	Знать состояние и перспективы развития электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства и быта сельского населения; уметь находить наиболее эффективные решения задач ремонтного предприятия с учетом специальных экономических и технических критериев, а также организовывать выполнение этих решений; владеть навыками самостоятельной работы в сфере ремонта электрооборудования
ПК-9	Способностью использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования	Знать основные понятия, термины и определения теории надежности и теорию массового обслуживания применительно к электрооборудованию; основные принципы построения и проектирования эффективных систем технического обслуживания и ремонта электрооборудования; уметь выполнять ремонт электротехнических устройств, поддерживать рациональные значения параметров технологических режимов работы электрифицированных и автоматизированных процессов связанных с сельскохозяйственными объектами; владеть навыками самостоятельного анализа и оценки качества ремонта электрооборудования
ПК-10	Способностью использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами	Знать основы планирования и организации ремонта электрооборудования, в том числе с применением ЭВМ; уметь выполнять ремонт электротехнических устройств, поддерживать рациональные значения параметров технологических режимов работы электрифицированных и автоматизированных процессов связанных с сельскохозяйственными объектами; владеть навыками самостоятельного анализа и оценки качества ремонта

		электрооборудования
ПК-11	Способностью использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции	Знать физические основы анализа надежности электроэнергетических систем, методы расчета показателей надежности электроэнергетических систем, методы синтеза электроэнергетических систем и сетей по заданному уровню надежности; уметь рассчитывать показатели уровня надежности электроэнергетических систем; синтезировать схемы электроэнергетических систем по заданному уровню надежности; владеть навыками составления расчетных схем замещения для расчета показателей надежности электроэнергетических систем и сетей, оценки недоотпуска электроэнергии потребителям и вероятности отказа электроэнергетических систем и сетей

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.1 Шкала академических оценок освоения дисциплины

Виды оценок	Оценки	
Академическая оценка по 2-х балльной шкале (зачет)	не зачтено	зачтено

2.2 Текущий контроль

Код	Планируемые результаты	Раздел дисциплины	Содержание требования в разрезе разделов дисциплины	Технология формирования	Форма оценочного средства (контроля)	№Задания		
						Пороговый уровень (удовл.)	Повышенный уровень (хорошо)	Высокий уровень (отлично)
ПК-8	готовностью к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	1-3	В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать: -состояние и перспективы развития электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства и быта сельского населения; уметь:-находить наиболее эффективные решения задач ремонтного предприятия с учетом специальных экономических и технических критериев, а также организовывать выполнение этих решений. владеть навыками-самостоятельной работы в сфере ремонта электрооборудования;	Лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа	Устный опрос, тестирование	Задания Раздел 3.1 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42	Задания Раздел 3.1 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42	Задания Раздел 3.1 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42

ПК-9	способностью использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования	2	<p>знать-основные понятия, термины и определения теории надежности и теорию массового обслуживания применительно к электрооборудованию -основные принципы построения и проектирования эффективных систем технического обслуживания и ремонта электрооборудования :</p> <p>уметь-выполнять ремонт электротехнических устройств, поддерживать рациональные значения параметров технологических режимов работы электрифицированных и автоматизированных процессов связанных с сельскохозяйственными объектами должен обладать навыками:- самостоятельного анализа и оценки качества ремонта электрооборудования</p>	Лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа	Устный опрос, тестирование	Задания Раздел 3.1 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42	Задания Раздел 3.1 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42	Задания Раздел 3.1 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42
------	---	---	--	---	----------------------------	---	---	---

ПК-10	<p>способностью использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами</p>	5	<p>знать-основы планирования и организации ремонта электрооборудования, в том числе с применением ЭВМ. уметь-выполнять ремонт электротехнических устройств, поддерживать рациональные значения параметров технологических режимов работы электрифицированных и автоматизированных процессов связанных с сельскохозяйственными объектами;должен обладать навыками: -самостоятельного анализа и оценки качества ремонта электрооборудования</p>	Лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа	Устный опрос, тестирование	<p>Задания Раздел 3.1 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42</p>	<p>Задания Раздел 3.1 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42</p>	<p>Задания Раздел 3.1 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42</p>
-------	---	---	---	---	----------------------------	---	---	---

(ПК-11);	<p>знать:-физические основы анализа надежности электроэнергетических систем</p> <p>-методы расчета показателей надежности электроэнергетических систем</p> <p>методы синтеза электроэнергетических систем и сетей по заданному уровню надежности</p>	1-6	<p>уметь:</p> <p>-рассчитывать показатели уровня надежности электроэнергетических систем;</p> <p>-синтезировать схемы электроэнергетических систем по заданному уровню надежности</p> <p>владеть:</p> <p>-навыками составления расчетных схем замещения для расчета показателей надежности</p>	<p>Лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа</p>	<p>Устный опрос, тестирование</p>	<p>Задания</p> <p>Раздел 3.1</p> <p>вопросы 1-31</p> <p>Тесты</p> <p>раздел 3.2</p> <p>№1-42</p>	<p>Задания</p> <p>Раздел 3.1</p> <p>вопросы 1-31</p> <p>Тесты</p> <p>раздел 3.2</p> <p>№1-42</p>	<p>Задания</p> <p>Раздел 3.1</p> <p>вопросы 1-31</p> <p>Тесты</p> <p>раздел 3.2</p> <p>№1-42</p>
----------	--	-----	--	--	-----------------------------------	--	--	--

2.3 Промежуточная аттестация

Код	Планируемые результаты	Технология формирования	Форма оценочного средства (контроля)	№Задания		
				Пороговый уровень (удовл.)	Повышенный уровень (хорошо)	Высокий уровень (отлично)
ПК-8	готовностью к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	Лекции Практические занятия, самостоятельная работа	Зачет	Задания Раздел 3.1 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42	Задания Раздел 3.1 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42	Задания Раздел 3.1 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42
ПК-9	способностью использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования	Лекции Практические занятия, самостоятельная работа	Зачет	Задания Раздел 3.2 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42	Задания Раздел 3.2 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42	Задания Раздел 3.2 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42
ПК-10	способностью использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами	Лекции Практические занятия, самостоятельная работа	Зачет	Задания Раздел 3.3 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42	Задания Раздел 3.3 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42	Задания Раздел 3.3 вопросы 1-31 Тесты раздел 3.2 №1-42
ПК-11	основные принципы построения и проектирования эффективных систем технического обслуживания и	Лекции Практические занятия,	Зачет	Задания Раздел 3.4 вопросы 1-31	Задания Раздел 3.4 вопросы 1-31	Задания Раздел 3.4 вопросы 1-31

	<p>ремонта электрооборудования; уметь:- находить наиболее эффективные решения эксплуатационных задач с учетом специальных экономических и технических критериев, а также организовывать выполнение этих решений; выполнять монтаж, электротехнических устройств, поддерживать рациональные значения параметров технологических режимов работы электрифицированных и автоматизированных процессов связанных с сельскохозяйственными объектами; - обучающийся должен обладать навыками: -самостоятельной работы в сфере эксплуатации электрооборудования;</p>	<p>самостоятельная работа</p>		<p>Тесты раздел 3.2 №1-42</p>	<p>Тесты раздел 3.2 №1-42</p>	<p>Тесты раздел 3.2 №1-42</p>
--	--	-------------------------------	--	---	---	---

2.4 Критерии оценки на экзамене, и защите курсового проекта

«Не предусмотрен»

2.4 Критерии оценки на зачёте

Оценка экзаменатора, уровень	Критерии
«Зачтено»	Обучающийся показал достаточные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты.
«Не зачтено»	При ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины

2.5 Критерии оценки устного опроса

Оценка	Критерии
«зачтено»	выставляется обучающемуся, если он четко выражает свою точку зрения по рассматриваемым вопросам, приводя соответствующие примеры, при этом при ответе допускаются отдельные погрешности в знаниях основного учебно-программного материала
«не зачтено»	выставляется обучающемуся, если он обнаруживает существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины

2.6 Критерии оценки тестов

Ступени уровней освоения компетенций	Отличительные признаки	Показатель оценки сформированной компетенции
Пороговый	Обучающийся воспроизводит термины, основные понятия, способен узнавать языковые явления.	Не менее 55 % баллов за задания теста.
Продвинутый	Обучающийся выявляет взаимосвязи, классифицирует, упорядочивает, интерпретирует, применяет на практике пройденный материал.	Не менее 75 % баллов за задания теста.
Высокий	Обучающийся анализирует, оценивает, прогнозирует, конструирует.	Не менее 90 % баллов за задания теста.
Компетенция не сформирована		Менее 55 % баллов за задания теста.

2.7 Допуск к сдаче зачета

1. Посещение занятий. Допускается один пропуск без предъявления справки.
2. Выполнение лабораторных работ и самостоятельных заданий.
3. Активное участие в работе на занятиях.

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1 Вопросы для подготовки к зачету по дисциплине «Надежность СЭС»

1. Общее определение надежности объекта. Понятие о надежности системы электроснабжения промышленного предприятия.
2. Совокупность математических моделей надежности элементов и СЭС, используемых на практике, их сходство и отличие.
3. Безотказность, ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость – свойства, определяющие надежность объекта; их определения.
4. Три направления в решении задачи математических моделей надежности
5. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты.
6. Основные показатели надежности – единичные и комплексные.
7. Нормирование надежности в Правилах устройства электроустановок.
8. Обоснование для использования для оценки надежности СЭС специализированных математических моделей и соответствующих им методов расчета надежности в зависимости от напряжения (до 1000 В, 6-35 кВ и 110-220 кВ).
9. Последствия перерывов электроснабжения и их технико-экономическая оценка.
10. Приближенные вычисления показателей надежности.
11. Прямой и дополнительный ущерб.
12. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты. Восстановление работоспособности системы электроснабжения
13. Показатели надежности невосстанавливаемых элементов системы электроснабжения
14. Понятие о расчетных отказах систем электроснабжения. Расчетные отказы кратковременные, средней продолжительности и продолжительные.
15. Показатели плановых ремонтов элементов систем электроснабжения
16. Применение основных положений и методов теории надежности к электроэнергетическим системам и системам электроснабжения потребителей..
17. Применение показателей надежности при анализе и выборе вариантов систем электроснабжения. Понятие об оптимальной надежности.
18. Общие сведения об оценках важности элементов. Важность элементов на логическом уровне задания системы.
19. Важность элементов на вероятностном уровне задания системы. Способы получения оценок и области их использования.
20. Способы представления математических моделей: словесный, графический, аналитический
21. Показатели надежности систем электроснабжения (для отказов любой продолжительности): параметр потока отказов, средняя продолжительность отказов, вероятность возникновения отказа, недоотпуск электроэнергии, ущерб от перерыва электроснабжения.
22. Показатели плановых ремонтов элементов систем электроснабжения: периодичность проведения, ремонтпригодность, коэффициент простоя в плановых ремонтах.
23. Коэффициенты готовности и простоя, коэффициент аварийности (опасность отказов).
24. Вероятность отказа, параметр потока восстановления для восстанавливаемых объектов.
25. Общие сведения о логико-вероятностных методах расчета надежности. Основные этапы
26. Среднее время восстановления, наработка между отказами, вероятность безотказной работы для восстанавливаемых объектов,

27. Разновидность логических функций системы и способы их получения. Способы перехода к вероятностным функциям
28. Понятие о нормировании надежности. Прямое и опосредствованное нормирование.
29. Методы расчета недоотпуска электрической энергии с учетом особенности расчета надежности.
30. Стоимостная оценка ущерба от ненадежности объекта энергетики.
31. Убытки производителя поставщика и потребителя, вызванные ненадежностью объекта энергетики, а также связанные с ней экономические нарушения.

Практические задачи

Задача 1. Нарботка до отказа щита управления электрооборудованием подчинена экспоненциальному закону с интенсивностью отказов $\lambda(t) = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$. Определить количественные характеристики надежности устройства $P(t)$, $f(t)$ и T_1 в течение года.

Задача 2. Предприятие по капитальному ремонту электрических машин гарантирует вероятность безотказной работы электродвигателей после ремонта 0,8 в течение наработки 9000 ч. Определить интенсивность отказов и среднюю наработку до отказа асинхронного короткозамкнутого электродвигателя после ремонта на участке длительной эксплуатации.

Задача 3. Сравнить между собой наработку до отказа двух неремонтируемых объектов, имеющих функцию надежности, определяемую по формулам $P_1(t) = \exp(-2,5 \cdot 10^{-3} t)$ и $P_2(t) = 0,7 \exp(-4,1 \cdot 10^{-3} t) + 0,08 \exp(-0,22 \cdot 10^{-3} t)$

Задача 4. Солнечная батарея состоит из 100 функционально необходимых равнонадежных элементов. Определить, какой величиной интенсивности отказов должны обладать элементы, чтобы вероятность безотказной работы системы в течение 100 ч была бы не менее 0,9.

Задача 5. Вероятность безотказной работы машины постоянного тока на этапе приработки подчиняется распределению Вейбулла с параметрами $\lambda_0 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$ и $b = 1,2$. Определить вероятность безотказной работы и наработку до отказа машины за время $t = 400$ ч.

Задача 6. Определить, какое из устройств имеет большую вероятность безотказной работы за период работы 0 ... 100 ч, если плотность распределения случайной величины наработки до отказа для устройств описывается формулами $f_1(t) = \lambda \exp(-\lambda t)$ и $f_2(t) = t/r^2 [\exp(-t^2/2r^2)]$ при $\lambda = 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$, $r = 0,5 \cdot 10^4$ ч.

Задача 7. Тиристорный преобразователь имеет параметры усеченного нормального распределения $m_t = 1200$ ч и $\sigma_t = 480$ ч. Определить значение вероятности безотказной работы и интенсивности отказов для $t = 200$ ч.

Задача 8. Средний выход осветительных приборов в ремонтной мастерской за время $T = 1000$ ч составил 20 шт. Какова вероятность того, что за время 100 ч возникнет 3 отказа?

Задача 9. На испытаниях находилось $N = 1000$ осветительных приборов. За время $t = 3000$ ч отказало $n = 200$ изделий. За последующие $\Delta t_i = 200$ ч отказало еще $\Delta n_i = 100$ изделий. Определить $P^*(3000)$, $P^*(3200)$, $f^*(3100)$, $\lambda^*(3100)$.

Задача 10. Проведены ускоренные испытания 500 предохранителей. Число отказов Δn_i предохранителей фиксировалось через каждые $\Delta t_i = 100$ ч. Ниже приведены данные об отказах

Δt_i , ч	0 – 100	100 – 200	200 – 300	300 – 400	400 – 500
Δn_i	30	26	20	14	12

Необходимо определить $P^*(500)$, $\lambda^*(450)$ и T_1^* .

Задача 11. Прибор состоит из четырех блоков. Отказ любого из них приводит к отказу прибора. Первый блок отказал 9 раз в течение 21 000 ч, второй – 7 раз в течение 16 000 ч, третий – 2 раза и четвертый – 8 раз в течение 12 000 ч работы. Определить наработку на отказ, если справедлив экспоненциальный закон надежности.

Задача 12. При эксплуатации электрооборудования животноводческой фермы зарегистрировано 20 отказов, из них: электродвигателей – 8, магнитных пускателей – 2, реле – 4, электронагревательных приборов – 6. На ремонт затрачивалось: электродвигателей – 1,5 ч, магнитных пускателей – 25 мин, реле – 10 мин, электронагревателей – 20 мин. Найти среднее время восстановления.

Задача 13. В результате наблюдения за работой 1000 электродвигателей в течение 10 000 ч было получено значение $\lambda = 0,8 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$. Закон распределения отказов экспоненциальный, среднее время ремонта электродвигателя равно 4,85 ч. Определить вероятность безотказной, наработку до первого отказа, коэффициент готовности и коэффициент оперативной готовности.

Задача 14. Навозоуборочный транспортер имеет 2 электродвигателя. Суммарная наработка транспортера за год составляет 200 ч. Эксплуатационные мероприятия включают в себя 1 текущий ремонт продолжительностью 3 ч на каждый электродвигатель и 7 технических обслуживаний по 0,5 ч на каждый электродвигатель. Определить коэффициент технического использования электродвигателей навозоуборочного транспортера.

Задача 15. В системе питания электроприемника включено два предохранителя. Интенсивность отказов каждого из них $\lambda = 5 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$, интенсивность восстановления $\mu = 2 \text{ ч}^{-1}$. При отказе любого из предохранителей электроустановка неработоспособна. При этом исправный предохранитель не отключается, и в нем могут происходить отказы. Необходимо определить значение коэффициента готовности.

Задача 16. Написать выражение для определения коэффициента простоя электродвигателя транспортера, имеющего ненагруженный резерв. Рассмотреть установившийся режим.

Задача 17. На трансформаторной подстанции установлены рабочий и резервный трансформаторы, находящиеся в нагруженном резерве. Интенсивность отказов каждого трансформатора $\lambda = 0,4 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$, а интенсивность восстановления $\mu = 0,5 \text{ ч}^{-1}$. Определить коэффициент простоя.

Задача 18. Резервированная система состоит из основного элемента \mathcal{E}_1 и двух резервных элементов \mathcal{E}_2 и \mathcal{E}_3 . При отказе основного элемента в работу включается элемент \mathcal{E}_2 , при отказе \mathcal{E}_2 – элемент \mathcal{E}_3 . В выключенном состоянии резервный элемент отказать не может. Интенсивность потока отключений основного элемента λ_1 , резервных элементов в рабочем состоянии – λ_2 . Поток отказов простейший. Определить надежность системы в различных состояниях.

Задача 19. Система гарантированного питания АТС состоит из двух аккумуляторных батарей, находящихся в ненагруженном резерве. Интенсивность отказов и восстановления аккумуляторной батареи в рабочем состоянии $\lambda = 4 \cdot 10^{-2} \text{ ч}^{-1}$ и $\mu = 5 \text{ ч}^{-1}$. Емкости одной аккумуляторной батареи достаточно для обеспечения питания АТС. При одновременном отказе обоих источников система гарантированного питания неработоспособна. Необходимо определить наработку до отказа установки гарантированного питания.

Задача 20. Какова вероятность безотказной работы машины постоянного тока, структурная схема надежности которой состоит из коллекторно–щеточного механизма $P_1(t) = 0,92$, подшипникового узла $P_2(t) = 0,95$, обмотки якоря $P_3(t) = 0,99$ и обмотки возбуждения $P_4(t) = 0,99$. Данные приведены для наработки 5000 ч.

Задача 21. Блок питания переносной радиостанции состоит из двух однотипных аккумуляторных батарей, работающих совместно, и преобразователя. Интенсивность отказов аккумуляторной батареи $\lambda_1 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$, преобразователя – $\lambda_2 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$. Определить вероятность безотказной работы блока питания радиостанции в течение $t = 100 \text{ ч}$.

Задача 22. На насосной станции садоводческого товарищества установлен центробежный насос, вероятность безотказной работы которого в течение 300 ч равна 0,96. Имеется второй такой же агрегат в ненагруженном резерве. Определить вероятность безотказной работы и наработку до отказа насосной станции с двумя агрегатами.

Задача 23. Стабилизатор напряжения имеет трехкаскадный усилитель. Вероятность безотказной работы каскада за время t равна 0,9. Требуется сравнить вероятность безотказной работы усилителя при общем и раздельном резервировании. Резерв нагруженный. Переключающие устройства идеальные.

Задача 24. Система состоит из двух однотипных элементов, Для повышения ее надежности предложено два варианта: резервирование по способу замещения с ненагруженным состоянием резервных элементов и скользящее резервирование при одном резервном элементе. Какой из вариантов повышения надежности более целесообразен, если интенсивность отказов элементов λ .

Задача 25. Электрическая машина состоит из четырех узлов: статора, ротора, подшипников, корпуса. Вероятность безотказной работы каждого из них в течение 1000 ч составляет $P_1(t) = 0,98$, $P_2(t) = 0,995$, $P_3(t) = 0,991$, $P_4(t) = 0,999$. Необходимо определить наработку до первого отказа электрической машины при экспоненциальном законе надежности.

Задача 26. Автоматическая система состоит из 100 элементов, имеющих $\lambda = 1 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$. Применяется дублирование системы. Найти характеристики надежности и определить выигрыш в надежности от дублирования, если система должна работать 100 ч.

Задача 27. Электроустановка состоит из высоковольтной ЛЭП 10 кВ, трансформатора, распределительного устройства, низковольтной сети. Заданы интенсивности отказов узлов $\lambda_1 = \lambda_4 = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$ и $\lambda_2 = \lambda_3 = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$. Закон распределения наработки до отказа экспоненциальный. Определить вероятность безотказной работы и наработку до отказа электроустановки при общем и раздельном резервировании. Рассмотреть варианты нагруженного и ненагруженного резерва с $m = 1$. Принять контрольную аппаратуру и систему коммутации идеально надежными.

Задача 28. Проведено обследование длительности ремонтов воздушных ЛЭП 10 кВ после внезапных отключений. Результаты представлены в виде статистического ряда в таблице 3.1.

Таблица 3.1

$\Delta t_i, \text{ ч}$	0–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7	7–8
Δn_i	66	41	30	18	9	6	4	2

Необходимо построить гистограмму и теоретическую кривую, проверить гипотезу об экспоненциальном законе распределения времени ремонта по критерию « χ^2 – Пирсона».

Задача 29. Данные о наработке до отказа 201 электродвигателя сгруппированы в интервалы статистического ряда и приведены в таблице 3.3. Требуется оценить с помощью критерия « χ^2 – Пирсона» гипотезу о согласии принятого нормального распределения с экспериментальными данными

Таблица 3.3

Интервал	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Δt_i , ч	0-1000	1000-2000	2000-2500	2500-3000	3000-3500	3500-4000	4000-4500	4500-5000	5000-6000
Δn_i	5	15	22	35	43	37	20	15	9
p_i^*	0,025	0,075	0,11	0,174	0,214	0,184	0,1	0,075	0,045
p_i	0,017	0,097	0,12	0,168	0,187	0,169	0,122	0,07	0,045
Np_i	3,4	19,5	23,9	33,8	37,6	34	24,5	14,1	9
$\frac{(\Delta n_i - Np_i)^2}{Np_i}$	0,75	1,04	0,15	0,04	0,79	0,26	0,82	0,06	0

Задача 30. Сведения об отклонениях напряжения в сети переменного тока сгруппированы в статистический ряд (таблица 3.4). Предполагается экспоненциальное распределение величины отклонения напряжения. Необходимо проверить гипотезу об экспоненциальном распределении, используя критерий Колмогорова.

Таблица 3.4

δU , В	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	10–120
Δn_i	12	7	4	3	2	2
p_i^*	0,4	0,233	0,133	0,1	0,066	0,066
p_i	0,588	0,346	0,2	0,122	0,071	0,04
$F(t)^*$	0,6	0,767	0,867	0,9	0,923	0,923
$F(t)$	0,412	0,654	0,8	0,878	0,929	0,96

Задача 31. В результате испытаний 50 ламп накаливания в течение 2000 ч вышло из строя 9 приборов. Нарботка до отказа ламп составила: $t_1 = 620$, $t_2 = 815$, $t_3 = 933$, $t_4 = 1012$, $t_5 = 1023$, $t_6 = 1214$, $t_7 = 1516$, $t_8 = 1908$ и $t_9 = 2000$ ч. Предполагается показательный закон распределения наработки до отказа. Требуется определить среднюю наработку до отказа и оценить ее доверительный интервал при $\delta = 0,1$.

Задача 32. В результате ресурсных испытаний 10 нагревательных элементов получены следующие статистические данные о наработке до отказа: $t_1 = 302$, $t_2 = 514$, $t_3 = 758$, $t_4 = 840$, $t_5 = 1230$, $t_6 = 1514$, $t_7 = 2914$, $t_8 = 3066$, $t_9 = 4213$, $t_{10} = 6504$ ч. Требуется определить среднюю наработку до отказа и ее нижнюю доверительную границу, если $\delta = 0,05$. Закон распределения отказов экспоненциальный.

Задача 33. Испытания 10 электродвигателей на этапе старения дали следующие результаты (таблица 3.5).

Таблица 3.5

N изд.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_i , ч	1500	1000	700	2000	1000	1000	1500	2000	800	1500

Время наработки до отказа подчинено нормальному закону. Требуется определить математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение, а для наработки до отказа найти доверительный интервал с вероятностью $\delta = 0,2$.

Задача 34. Для условий задачи 33 при заданной доверительной вероятности $\delta = 0,2$ найти нижнюю границу доверительного интервала для оценки вероятности безотказной работы за время $t_i = 2000$ ч.

Задача 35. При эксплуатации 200 фидеров высоковольтных ЛЭП сельскохозяйственного назначения зарегистрировано 20 отказов в течение наработки 1000 ч. Требуется определить параметр потока отказов μ^* и найти для него двухсторонний доверительный интервал при заданной доверительной вероятности $\delta = 0,1$.

Раздел 3.2 Тесты по дисциплине Надежность СЭС

Задание 1

: Предметом изучения дисциплины служат:

- 1) изучение закономерностей изменения показателей надежности электрооборудования;
- 2) способы определения неисправностей электрооборудования;
- 3) методы изучения основ эксплуатационных испытаний электрооборудования;
- 4) изучение природы отказов электрооборудования;
- 5) разработка методов расчета надежности.

Задание 2

: Надежность характеризует способность объекта выполнить требуемые функции:

- 1) в заданных режимах и условиях применения;
- 2) технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки;
- 3) без наблюдений эксплуатации.

Задание 3

: С позиций надежности электрооборудование может находиться в одном из следующих состояний:

- 1) исправном;
- 2) включенном;
- 3) неисправном;
- 4) отключенном;
- 5) работоспособном;
- 6) неработоспособном.

Задание 4

: Субъективными причинами отказов являются:

- 1) конструкционные;
- 2) старение;
- 3) производственные;
- 4) износ;
- 5) эксплуатационные.

Задание 5

: Объективными причинами отказов являются:

- 1) качество питающего напряжения;
- 2) биологическая среда;
- 3) решение использования;
- 4) старение;
- 5) квалификация обслуживающего персонала.

Задание 6

: По характеру проявления все отказы делят на # # #:

- 1) внезапные;
- 2) прерывистые;
- 3) постепенные;
- 4) неравномерные.

Задание 7

: Основными свойствами надежности являются:

- 1) безотказность;
- 2) электрические;
- 3) долговечность;
- 4) технико-экономические;
- 5) ремонтпригодность;
- 6) сохраняемость;
- 7) безопасность.

Задание 8

: Показателями безотказности ремонтируемых объектов являются:

- 1) вероятность безотказной работы;
- 2) средний срок службы;
- 3) параметр истока отказов;
- 4) средний ресурс;
- 5) средняя наработка на отказ.

Задание 9

: Показателями долговечности являются:

- 1) гамма-процентный ресурс;
- 2) интенсивность отказов;
- 3) средний ресурс;
- 5) средний срок сохраняемости;
- 6) гамма-процентный срок службы;
- 7) средний срок службы.

Задание 10

: Показателями ремонтпригодности являются:

- 1) вероятность восстановления;
- 2) вероятность безотказности работы;
- 3) интенсивность восстановления;
- 4) среднее время восстановления;
- 5) средняя наработка на отказ.

Задание 11

: Показателями сохраняемости являются:

- 1) средний срок сохраняемости;
- 2) интенсивность отказов;
- 3) средний срок службы;
- 4) гамма-процентный срок сохраняемости.

Задание 12

: Вероятность безотказной работы изменяется в пределах ###, о.е.:

- 1) $-\infty \div 0$
- 2) $0 \div 1,0$
- 3) $1 \div +\infty$

Задание 13

S: Заданный ресурс электродвигателей составляет 1500 ч. Все двигатели работали без отказа более 1500 ч. Вероятность безотказной работы двигателей составляет:

- 1) 0;
- 2) 0,8;
- 3) 1,0.

Задание 14

: Интенсивность отказов выражается в:

- 1) процентах;
- 2) средним числом отказов в единицу времени;
- 3) часах.

Задание 15

: Надежность электрооборудования выше, если интенсивность отказов:

- 1) меньше;
- 2) больше;
- 3) остается неизменным.

Задание 16

: Комплексными показателями надежности являются:

- 1) коэффициент готовности;

- 2) вероятность безотказной работы;
- 3) коэффициент оперативной готовности;
- 4) интенсивность отказов;
- 5) коэффициент технического использования.

Задание 17

: Простейшее вероятное описание случайной величины осуществляется характеристиками:

- 1) интегральная функция;
- 2) интервал возможных значений;
- 3) математическое ожидание;
- 4) дифференциальная функция;
- 5) дисперсия;
- 6) среднее квадратичное отклонение;
- 7) коэффициент вариации.

Задание 18

: Полное описание случайной величины осуществляют:

- 1) дифференциальной функцией;
- 2) математическим ожиданием;
- 3) дисперсией;
- 4) интегральной функцией.

Задание 19

: Основной закон надежности определяется выражением:

- 1) $P(t) = 1 - \lambda t$
- 2) $P(t) = e^{-t/T_0}$

$$3) P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}$$

Задание 20

: При экспоненциальном распределении основной закон надежности характеризуется:

- 1) $\lambda(t) = \text{const}$ - интенсивность отказов;
- 2) $\mu(t) = \text{const}$ - интенсивность восстановления;
- 3) $f(t) = \text{const}$ - частота отказов.

Задание 21

: Типовыми законами распределения являются

- 1) теория массового обслуживания;
- 2) нормальный;
- 3) основной закон надежности;
- 4) экспоненциальный
- 5) Вейбулла.

Задание 22

: При экспоненциальном законе распределения вероятность безотказной работы определяется выражением:

$$1) P(t) = e^{-\lambda_0 t^k}$$

$$2) P(t) = e^{-\lambda t}$$

$$3) P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}$$

Задание 23

Показатели надежности определяют для решения следующих задач:

- 1) определения причин отказов;
- 2) определения трудоемкости ТО;
- 3) разработки рекомендаций по ТО электроустановки;:

Задание 24

: К методам определения показателей надежности относятся:

- 1) экспериментальный метод;
- 2) простейший метод;
- 3) коэффициентный метод;
- 4) метод структурных схем;
- 5) метод математического моделирования;
- 6) статистический метод;
- 7) профилактический метод;
- 8) вероятностный метод.

Задание 25

: К коэффициентам влияния для электропривода относятся:

- 1) качество напряжения;
- 2) загрузка электропривода;
- 3) окружающая среда;
- 4) воздействие ЭТС;
- 5) воздействие защиты электропривода;

Задание 26

: Структурные схемы условно разделяют на:

- 1) последовательные;
- 2) параллельные;
- 3) смешанные;
- 4) специализированные;
- 5) поверхностные.

Задание 27

: При последовательном соединении структурной схемы надежность схемы # # # надежности самого надежного элемента:

- 1) хуже;
- 2) лучше;
- 3) равно.

Задание 28

: При параллельном соединении структурной схемы надежность схемы # # # надежности самого надежного элемента:

- 1) хуже;
- 2) лучше;
- 3) равно.

Задание 29

: Если средняя наработка на отказ 65 часов и среднее время восстановления 1,25 часа, то коэффициент готовности равен:

- 1) 0,95;
- 2) 0,98;
- 3) 0,90.

Задание 30

: Вероятность безотказной работы системы из трех последовательных элементов с вероятностями безотказной работы 0,7; 0,8; 0,9 составляет:

- 1) 0,304;
- 3) 0,504;
- 3) 0,804.

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

4.1. Положение о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся: Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся П ВГАУ 1.1.01 – 2017.

4.2. Методические указания по проведению текущего контроля

1.	Сроки проведения текущего контроля	На лабораторных занятиях
2.	Место и время проведения текущего контроля	В учебной аудитории в течение занятия
3.	Требования к техническому оснащению аудитории	в соответствии с ОПОП и рабочей программой
4.	Ф.И.О.преподавателя проводящих процедуру контроля	Помогаев Ю.М.
5.	Вид и форма заданий	Собеседование
6.	Время для выполнения заданий	в течение занятия
7.	Возможность использования дополнительных материалов.	Обучающийся может пользоваться дополнительными материалами
8.	Ф.И.О.преподавателя обрабатывающих результаты	Помогаев Ю.М.
9.	Методы оценки результатов	Экспертный
10.	Предъявление результатов	Оценка выставляется в журнал/доводится до сведения обучающихся в течение занятия
11.	Апелляция результатов	В порядке, установленном нормативными документами, регулирующими образовательный процесс в Воронежском ГАУ

4.3. Ключи (ответы) к контрольным заданиям, материалам, необходимым для оценки знаний

№ теста задания 3.2	Правильный ответ	№ теста задания 3.2	Правильный ответ
1	1, 4, 5	16	1, 3, 5
2	2, 3	17	2, 3, 5, 6, 7
3	1, 3, 5	18	1, 4
4	1, 3, 5	19	3
5	2, 4	20	1
6	1, 3	21	2, 4, 5
7	1, 3, 5, 6	22	2
8	1, 3, 5	23	1
9	1, 3, 5, 6, 7	24	1, 2, 3, 4, 5
10	1, 3, 4	25	2, 4
11	1, 4	26	1, 2, 3
12	2	27	1
13	3	28	3
14	2	29	2
15	1	30	2

Рецензент:

Ген. директор ООО «Электрики Тербуны» Ключников В.В.