Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет
Дата подписания: 21.10.2024 10:03:18
Уникальный программный ключ:
528682d78e671e566ab07f01fe1ba2172f735a12

Приложение 1

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова»**

**УТВЕРЖДАЮ**
Заведующий кафедрой
_____ / Трушкин В.А./
«21» 03 2019 г.

# ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

| | |
|---|---|
| Дисциплина | **НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ** |
| Направление подготовки | **35.04.06 Агроинженерия** |
| Направленность (профиль) | **Электрооборудование и электротехнологии** |
| Квалификация выпускника | **Магистр** |
| Нормативный срок обучения | **2 года** |
| Форма обучения | **Заочная** |
| Кафедра-разработчик | **Инженерная физика, электрооборудование и электротехнологии** |
| Ведущий преподаватель | **Логачёва О.В., к.т.н., доцент** |

***Разработчик: доцент Логачёва Оксана Владимировна*** _____

**Саратов 2019**

# СОДЕРЖАНИЕ

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП…… …… 3
2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания ……. 3
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.....……...…… 6
4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы их формирования компетенций …… 13

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Надежность электрических систем» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, утвержденного приказом Министра образования и науки РФ от 26 июля 2017 г. № 709, формирует следующие компетенции, указанные в таблице 1.

**Таблица 1**

**Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Надежность электрических систем»**

| Компетенция | | Индикаторы достижения компетенций | Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (курс) | Виды занятий для формирования компетенции | Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| Код | Наименование | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ПК-1 | *Способен обеспечить эффективную эксплуатацию и надежную работу сложных технических систем и электроустановок* | ПК-1.1 Обеспечивает эффективную работу и надежность систем при эксплуатации электроустановок | 2 | лекции, практические занятия | практическая работа, курсовой проект, ситуационные задачи, собеседование |

Примечание:

Компетенция ПК-1 – также формируется в ходе освоения дисциплин: Организация эксплуатации электроустановок предприятий АПК; Эксплуатационная практика; Преддипломная практика; Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

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

**Таблица 2**

**Перечень оценочных материалов**

| № п/п | Наименование оценочного материала | Краткая характеристика оценочного материала | Представление оценочного средства в ОМ |
|---|---|---|---|
| 1 | курсовой проект | продукт самостоятельной работы обучающегося, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. | комплект заданий по вариантам |
| 2 | собеседование | средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанной на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. | вопросы по темам дисциплины:<br>-перечень вопросов для устного опроса;<br>-задания для самостоятельной работы |
| 3 | практическое занятие | средство, направленное на выработку у обучающихся навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателем; призванное углубить, расширить и детализировать лекционные знания, содействовать выработке навыков профессиональной деятельности, а также направленное на развитие научного мышления и речи обучающихся | вопросы по темам дисциплины:<br>-перечень вопросов для письменного опроса;<br>-задания для самостоятельной работы |
| 4 | ситуационная задача | средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по разделу или нескольким разделам | комплект ситуационных задач |

**Таблица 3**

**Программа оценивания контролируемой дисциплины**

| № п/п | Контролируемые разделы (темы дисциплины) | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Показатели надежности электрических систем | ПК-1 | практическое занятие, курсовой проект, собеседование, комплект ситуационных задач |
| 2 | Законы надежности электрических систем | ПК-1 | практическое занятие, курсовой проект, собеседование, комплект ситуационных задач |
| 3 | Методы расчета надежности систем | ПК-1 | практическое занятие, курсовой проект, собеседование, комплект ситуационных задач |

**Таблица 4**

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине «Надежность электрических систем» на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

| Код компетенции, этапы освоения компетенции | Индикаторы достижения компетенций | Показатели и критерии оценивания результатов обучения | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ниже порогового уровня (неудовлетворительно) | пороговый уровень (удовлетворительно) | продвинутый уровень (хорошо) | высокий уровень (отлично) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ПК-1, 2 курс | ПК-1.1 Обеспечивает эффективную работу и надежность систем при эксплуатации электроустановок | обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в основных свойствах материалов, применяемых в электрооборудовании, плохо ориентируется в показателях качества технологических процессов, | обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала | обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей | обучающийся демонстрирует знание основных свойствах материалов, применяемых в электрооборудовании, методик расчета показателей надежности, контроля качества технологическими процессами, используя современные |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | закономерностях изменения надежности в процессе эксплуатации и ремонта, не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки | | | методы и показатели такой оценки, практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий |

## 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. Практическое занятие

Практическое занятие - средство, направленное на выработку у обучающихся навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателем; призванное углубить, расширить и детализировать лекционные знания, содействовать выработке навыков профессиональной деятельности, а также направленное на развитие научного мышления и речи обучающихся.

Тематика практических занятий устанавливается в соответствии с рабочей программой дисциплины «Надежность электрических систем».

Перечень тем практических занятий:

1. Основные показатели надежности.
2. Исходные положения теории вероятностей.
3. Вероятностное описание показателей надежности систем.
4. Типовые законы распределения случайных величин.
5. Коэффициентный метод расчета показателей надежности системы.
6. Расчет структурной надежности электрооборудования.
7. Применение теории массового обслуживания к задачам эксплуатации.

Практические работы выполняются в соответствии с Методическими указаниями по выполнению практических работ по дисциплине «Надежность электрических систем».

## 3.2. Курсовой проект

Курсовой проект является отдельным видом самостоятельной работы обучающегося, выполняемой согласно учебному плану и требованиям к его выполнению. Основная цель курсового проекта – закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных за время обучения, а также выработка умений и навыков самостоятельного применения обучающимися знаний для комплексного профессионального решения практических задач.

Курсовой проект должен удовлетворять следующим основным общим требованиям:

– целевая направленность;
– четкость построения;
– логическая последовательность изложения материала;
– полнота освещения отдельных вопросов;
– краткость и точность формулировок;
– убедительность аргументации;
– конкретность изложения результатов работы;
– доказательность выводов;
– обоснованность рекомендаций и их практическая направленность;
– грамотное оформление в соответствии с требованиями стандартов.

Тема курсового проекта и индивидуальное задание на проектирование выдаются обучающимся руководителем курсового проекта. Тема курсового проекта устанавливается в соответствии с рабочей программой: «Управление надежностью систем».

Курсовая работа состоит из двух разделов:

1. Расчет показателей надежности электрических систем.
2. Расчет критериев надежности электрических систем.

Исходные данные по первому разделу приведены в таблице 1.

Таблица 1- Элементы устройства защиты электродвигателя

| Наименование элементов | Кол-во элементов в устройствах защиты | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Варианты | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | БЗ-03 | БЗ-031 | БЗ-03М | БЗ-041 | УЗ-15 | УЗД | УЗДЗ-8 | УЗД | УЗ-20 |
| Трансформатор | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| Штепсельный разъем | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| Контактор трехполюсный | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| Реле электромагнитное | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| Реле пневматическое | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Конденсатор электролитический | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| Конденсатор слюдяной | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 | 9 |
| Резистор металлоплёночный | 8 | 12 | 16 | 20 | 28 | 35 | 40 | 43 | 52 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Резистор проволочный | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Транзистор германиевый | 4 | 6 | 9 | 12 | 13 | 14 | 16 | 18 | 22 |
| Транзистор кремневый | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 |
| Диод кремневый | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 7 |
| Интегральная микросхема | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 | 8 |
| Дроссель | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| Число часов работы | 3000 | 3500 | 4000 | 4500 | 5000 | 5500 | 6000 | 6500 | 7000 |
| Коэффициент Кэ, учитывающий условия эксплуатации | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Исходные данные по второму разделу приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Исходные данные для расчета п.2

| $\Delta t_i$ | n(Δt) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0-200 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 11 | 13 | 15 |
| 200-400 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 11 | 5 | 18 |
| 400-600 | 1 | 2 | 3 | 1 | 6 | 5 | 5 | 11 | 5 |
| 600-800 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 7 | 5 | 10 | 9 |
| 800-1000 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 8 | 5 | 8 | 7 |
| 1000-1500 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 9 | 7 | 8 | 9 |
| 1500-2000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 8 | 8 | 7 | 9 |
| 2000-2500 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 8 | 7 | 7 | 8 |
| 2500-3000 | 1 | 1 | 3 | 1 | 7 | 8 | 8 | 5 | 7 |
| 3000-3500 | - | 1 | 2 | 1 | 5 | 7 | 9 | 5 | 7 |
| 3500-4000 | - | - | 1 | 2 | 4 | 5 | 9 | 6 | 7 |
| 4000-4500 | - | - | - | 3 | 2 | 4 | 9 | 7 | 5 |
| 4500-5000 | - | - | - | - | 1 | 10 | 11 | 3 | 5 |
| 5000-5500 | - | - | - | - | - | 10 | 11 | 3 | 5 |
| 5500-6000 | - | - | - | - | - | - | 15 | 2 | 8 |
| 6000-6500 | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 7 |
| 6500-7000 | - | - | - | - | - | - | - | - | 6 |

Курсовой проект выполняется в соответствии с Методическим указанием по выполнению курсовой работы по дисциплине «Надежность электрических систем».

### 3.3. Промежуточная аттестация

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия по данной дисциплине предусматривается промежуточная аттестация – экзамен.

Экзамен проводится по экзаменационным билетам, включающим два теоретических вопроса и ситуационную задачу, представленную в виде расчетных заданий:

- расчёт показателей надежности электрических систем;
- расчёт резервного фонда;
- расчет показателей надежности электрических машин и устройств защиты простейшим методом расчета;
- расчет показателей надежности коэффициентным методом.

**Вопросы, выносимые на экзамен**

1. Основные определения теории надежности.
2. Эксплуатационная надежность технических систем.
3. Составляющие надежности систем.
4. Единичные показатели надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых технических систем.
5. Вероятность безотказной работы систем.
6. Частота отказов.
7. Интенсивность отказов.
8. Средняя наработка на отказ.
9. Гамма-процентный ресурс.
10. Понятие среднего ресурса электрооборудования.
11. Гамма – процентный срок службы.
12. Средний срок службы электрооборудования.
13. Вероятность восстановления.
14. Интенсивность восстановления электрооборудования.
15. Среднее время восстановления электрооборудования
16. Гамма – процентный срок сохраняемости.
17. Средний срок сохраняемости.
18. Комплексные показатели надежности систем.
19. Коэффициент готовности.
20. Коэффициент оперативной готовности систем.
21. Показатели надежности восстанавливаемых технических систем.
22. Параметр потока отказов восстанавливаемых систем.
23. Вероятность безотказной работы.
24. Средняя наработка на отказ.
25. Исходные положения теории вероятностей.
26. Понятие случайного явления, случайного события, случайной величины.
27. Простейшее описание случайной величины.
28. Математическое ожидание случайной величины.
29. Дисперсия случайной величины.
30. Интегральная функция случайной величины.
31. Свойства интегральной функции.
32. Дифференциальная функция.
33. Свойства дифференциальной функции.
34. Вероятностное описание показателей надежности.
35. Вероятность безотказной работы.
36. Интенсивность отказов.

37 .Наработка на отказ.
38 .Основной закон надежности.
39. Упрощенная форма основного закона.
40. Линейная форма основного закона.
41. Зависимость изменения интенсивности отказов от времени.
42. Закон распределения Вейбулла.
43. Экспоненциальный закон распределения.
44. Нормальный закон распределения.
45. Классификация методов расчета показателей надежности.
46.Простейший метод определения показателей надежности.
47. Экспериментальный метод расчета.
48. Коэффициентный метод расчета.
49. Сущность коэффициентного метода.
50. Расчет структурной надежности. Сущность метода.
51. Расчет надежности при последовательном соединении элементов.
52. Расчет надежности при параллельном соединении элементов.
53.Расчет надежности при смешанном соединении.
54. Классификация видов резервирования.
55. Общее резервирование.
56. Раздельное резервирование.
57. Смешанное резервирование.
58. Испытание на надежность электрических систем.
59. Объяснить оценку надежности систем по данным эксплуатации.
60. Статистические методы оценки анализа и контроля надежности систем.
61. Планирование эксперимента при ускоренных испытаниях на надежность систем.
62. Оценка надежности электрических систем с большим сроком службы.
63. Оценка надежности трансформаторов по состоянию изоляции.

## Перечень ситуационных задач

1. Наработка до отказа щита управления электрооборудованием подчинена экспоненциальному закону с интенсивностью отказов $\lambda(t) = 3{,}7\cdot10^{-5}$ $ч^{-1}$. Определить количественные характеристики надежности устройства P(t), f(t) и T в течение года.

2. Вероятность безотказной работы машины постоянного тока на этапе приработки подчиняется распределению Вейбулла с параметрами $\lambda= 2{,}5\cdot10^{-4}$ $ч^{-1}$ и b = 1,2. Определить вероятность безотказной работы и наработку до отказа машины за время t = 600 ч.

3. На испытаниях находилось N= 1000 осветительных приборов. За время t = 3000 ч отказало n = 280 изделий. За последующие $t_i$ = 300 ч отказало еще $n_i$ = 135 изделий. Определить P(3000), P(3200), f(3200).

4. Прибор состоит из четырех блоков. Отказ любого из них приводит к отказу системы. Первый блок отказал 9 раз в течение 21000 ч, второй - 17 раз в течение 16000 ч, третий - 12 раза и четвертый - 8 раз в течение 12000 ч работы.

Определить наработку на отказ, если справедлив экспоненциальный закон надежности.

5. 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.

6. В результате наблюдения за работой 1000 электродвигателей в течение 10000 ч было получено значение = $0{,}8 \cdot 10^{-4}$ ч $^{-1}$. Закон распределения отказов экспоненциальный, среднее время ремонта электродвигателя равно 4,85 ч. Определить вероятность безотказной работы, наработку до первого отказа, коэффициент готовности и коэффициент оперативной готовности.

7. 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.

8. Необходимо произвести приближенную оценку вероятности безотказной работы P(t) и среднюю наработку до первого отказа $T_o$ системы для двух промежутков времени её работы t = 1000 и 3000 ч, если интенсивность отказов $\lambda = 20 \cdot 10^{-6}$ ч $^{-1}$.

9. Для системы автоматического управления известно $\lambda = 0{,}0001$ ч $^{-1}$ и время работы t = 50 ч. Определить: P ( t ); Q ( t ); f ( t ); T1.

10. Определить конструкционную надежность системы для трех промежутков времени её работы: $t_1$ = 1000 ч., $t_2$ = 3000 ч., $t_3$ = 5000 ч по следующим средним статистическим данным об интенсивности отказов основных её частей в долях единицы на час работы: магнитная система с обмоткой возбуждения $\lambda_1 = 0{,}01 \cdot 10^{-6}$ ч $^{-1}$; обмоткой якоря $\lambda_2 = 0{,}05x \cdot 10^{-6}$ ч $^{-1}$; подшипники скольжения $\lambda_3 = 0{,}4 \cdot 10^{-6}$ ч $^{-1}$; коллектор $\lambda_4 = 3 \cdot 10^{-6}$ ч $^{-1}$ ; щеточное устройство $\lambda_5 = 1 \cdot 10^{-6}$ ч $^{-1}$ .

11. Определить вероятность безотказной работы системы, состоящей из трех элементов, у которых вероятность безотказной работы $P_1 = 0{,}92$; $P_2 = 0{,}95$; $P_3 = 0{,}96$.

12. Система диспетчерской связи энергосистемы имеет 5 каналов. В систему поступает простейший поток заявок с плотностью равной 4 вызова в минуту. Средняя продолжительность разговора 3 минуты. Определить вероятность застать систему диспетчерской связи занятой.

13. Заданы параметры микропроцессорной системы: число каналов - 3, интенсивность потока обслуживания = 20 $с^{-1}$, суммарный входящий поток заявок = 40 $с^{-1}$. Определить вероятность предельного состояния и среднее время ожидания заявки в очереди. Принять СМО с неограниченной очередью.

14. В свинарнике - откормочнике для обеспечения микроклимата используется комплект оборудования “Климат” с 20 электродвигателями серии АИР мощностью 1,1 кВт и частотой вращения 1500 $мин^{-1}$. Интенсивность отказов

электродвигателей $\lambda = 10^{-5}$ $ч^{-1}$, среднее время капитального ремонта отказавшего электродвигателя 30 суток. Определить резервный запас электродвигателей для свинарника, исключающий аварийный простой технологического процесса поддержания микроклимата сверх допустимой нормы $t_д$ = 3 ч. Принять $k_и$ = 0,6.

15. На вычислительной станции сельскохозяйственного предприятия установлено 4 ЭВМ. Средняя интенсивность на выполнение расчетов - 4 заявки в час. Среднее время решения одной задачи $T_o$ = 0,5 ч. Станция принимает и ставит в очередь на решение не более 4 заявок. Заявки, поступившие на станцию, когда в очереди находится более 4 задач, получают отказ. Определить вероятность отказа и вероятность того, что все ЭВМ свободны.

16. Требуется определить вероятность того, что отказы в системе электроснабжения появятся менее 3 раз, если параметр распределения Пуассона t = 3,9.

17. Требуется определить число резервных электронагревательных элементов, имеющих интенсивность отказов = $4 \cdot 10^{-6}$ $ч^{-1}$. Общее число электронагревательных элементов в хозяйстве 80, период пополнения резервного фонда 7000 ч. Принять достаточность резервного запаса $P_д$ = 0,98.

18. В телятнике на 600 голов эксплуатируется 9 электродвигателей серии АИР, имеющих интенсивность отказов $\lambda_1 = 0{,}1 \cdot 10^{-4}$ $ч^{-1}$, и 11 электродвигателей серии 5А с интенсивностью отказов $\lambda_2 = 0{,}5 \cdot 10^{-4}$ $ч^{-1}$. Достаточность резервного фонда 0,95. Рассчитать число запасных электродвигателей при пополнении резервного фонда 1 раз в течение года (в году 8760 часов).

19. Система автоматического управления технологическим процессом состоит из 14 элементов, соединенных в структурной схеме надежности последовательно. Выход каждого из элементов приводит к отказу системы. Заданы интенсивности отказов элементов $\lambda_1 = 7 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_2 = 3 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_3 = 4 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_4 = 5 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_5 = 4 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_6 = 5 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_7 = 6 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_8 = 1 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_9 = 1 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_{10} = 2 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_{11} = 1 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_{12} = 2 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_{13} = 2 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_{14} = 1 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$. Время поиска отказавшего элемента одинаково для всех проверок и составляет 5 мин. Используя метод последовательных поэлементных проверок, установить оптимальную последовательность диагностирования системы управления.

20. Наработка до отказа щита управления электрооборудованием подчинена экспоненциальному закону с интенсивностью отказов $\lambda(t) = 1{,}5 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$. Определить количественные характеристики надежности устройства P(t), f(t) и T1 в течение года.

21. Система автоматического управления технологическим процессом состоит из 10 элементов, соединенных в структурной схеме надежности последовательно. Выход каждого из элементов приводит к отказу системы. Заданы интенсивности отказов элементов $\lambda_1 = 7 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_2 = 3 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_3 = 4 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_4 = 5 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_5 = 4 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_6 = 5 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_7 = 6 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_8 = 1 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_9 = 1 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$, $\lambda_{10} = 2 \cdot 10^{-5}$ $ч^{-1}$. Время поиска отказавшего элемента одинаково для всех проверок и составляет 15 мин. Используя метод последовательных поэлементных проверок, установить оптимальную последовательность диагностирования системы управления.

22. В телятнике на 600 голов эксплуатируется 15 электродвигателей серии АИР, имеющих интенсивность отказов $\lambda_1=0{,}18\cdot10^{-4}$ $ч^{-1}$, и 5 электродвигателей серии 5А с интенсивностью отказов $\lambda_2 = 0{,}5\cdot10^{-4}$ $ч^{-1}$. Достаточность резервного фонда 0,9. Рассчитать число запасных электродвигателей при пополнении резервного фонда 1 раз в течение года (в году 8760 часов).

23. Вероятность безотказной работы машины постоянного тока на этапе приработки подчиняется распределению Вейбулла с параметрами $\lambda= 1{,}5\cdot10^{-4}$ $ч^{-1}$ и b = 1,5. Определить вероятность безотказной работы и наработку до отказа машины за время t = 800 ч.

24. Прибор состоит из четырех блоков. Отказ любого из них приводит к отказу прибора. Первый блок отказал 15 раз в течение 18000 ч, второй - 7 раз в течение 15000 ч, третий - 10 раз и четвертый - 18 раз в течение 11000 ч работы. Определить наработку на отказ, если справедлив экспоненциальный закон надежности.

25. На испытаниях находилось N=5000 осветительных приборов. За время t = 3000 ч отказало n = 580 изделий. За последующие $t_i$ = 200 ч отказало еще $n_i$ = 235 изделий. Определить P(3000), P(3200), f(3200).

**Образец экзаменационного билета**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

Кафедра «Инженерная физика, электрооборудование и электротехнологии»

**Экзаменационный билет № 1**
по дисциплине «Надежность электрических систем»

1. Понятие среднего ресурса электрооборудования.
2. Статистические методы оценки анализа и контроля надежности систем.
3. Проведены ускоренные испытания 500 предохранителей. Число отказов Δn предохранителей фиксировалось через каждые Δt=100 ч. Ниже приведены данные об отказах.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\Delta t$ | 0-100 | 100-200 | 200-300 | 300-400 | 400-500 |
| $\Delta n$ | 30 | 26 | 20 | 14 | 12 |

Необходимо определить $P$ (500), λ (450), $T_{ср.}$

Дата

**Зав. кафедрой** **Трушкин В.А.**

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

## 4.1 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Контроль результатов обучения обучающихся, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Надежность электрических систем» осуществляется через проведение текущего, выходного контроля и контроля самостоятельной работы.

Формы текущего, итогового контроля и контрольные задания для текущего контроля разрабатываются кафедрой исходя из специфики дисциплины, и утверждаются на заседании кафедры.

## 4.2 Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 6.

Таблица 6

| Уровень освоения компетенции | Отметка по пятибалльной системе (экзамен) | | | Описание |
|---|---|---|---|---|
| ***высокий*** | «отлично» | «зачтено» | «зачтено (отлично)» | Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала |
| ***базовый*** | «хорошо» | «зачтено» | «зачтено (хорошо)» | Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе |
| ***пороговый*** | «удовлетворительно» | «зачтено» | «зачтено (удовлетворительно)» | Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством |

| Уровень освоения компетенции | Отметка по пятибалльной системе (экзамен) | | | Описание |
|---|---|---|---|---|
| | | | | преподавателя |
| – | «неудов-летвори-тельно» | «не зачтено» | «не зачтено (неудовлет-ворительно)» | Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий |

### 4.2.1. Критерии оценки устного ответа для текущего контроля и промежуточной аттестации

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

**знания:** основных свойств материалов, применяемых в электрооборудовании, показатели качества технологических процессов, закономерности изменения надежности в процессе эксплуатации и ремонта.

**умения:** находить эффективные инженерные решения по повышению надежности, организовать контроль качества технологическими процессами; находить эффективные инженерные решения по повышению надежности электрооборудования с учетом технических и экономических критериев, а также организовать выполнение этих решений.

**владение:** методами расчета показателей надежности; способами повышения надежности технологических процессов; методами расчета показателей надежности; способами повышения надежности электрооборудования в условиях эксплуатации и ремонта.

**Критерии оценки устного ответа для текущего контроля и промежуточной аттестации**

| | |
|---|---|
| **отлично** | обучающийся демонстрирует:<br>- глубокие знания материала, грамотно и логически излагает программный материал, свободно справляется с решением типового расчета, грамотно обосновывает принятые инженерные решения. |
| **хорошо** | обучающийся демонстрирует:<br>- достаточные знания материала, знает основные теоретические положения, правильно их применяет при решении ситуационных задач, самостоятельно обобщает и излагает материал, не допуская существенных ошибок. |
| **удовлетворительно** | обучающийся демонстрирует:<br>- излагает основной программный материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, нарушает последовательность в изложении материала, испытывает трудности в решении типового |

| | |
|---|---|
| | расчета. |
| **неудовлетворительно** | обучающийся:<br>- не знает основной программный материал, допускает неточности, нарушает последовательность в изложении материала, испытывает трудности в решении типового расчета. |

### 4.2.2. Критерии оценки выполнения курсового проекта

При выполнении курсового проекта обучающийся демонстрирует:

**знания:** основных свойств и количественных показателей надёжности; статистические методы оценки и контроля надежности электрооборудования на предприятиях АПК; структурную надежность систем; современные способы и методы обеспечения надежности в условиях эксплуатации и осуществлять их качественный анализ; современные способы и методы обеспечения надежности в условиях проектирования систем и объектов

**умения:** находить наиболее эффективные решения по повышению надежности электрооборудования с учетом технических и экономических критериев; определять причины отказов электрооборудования с учетом эксплуатационных факторов; проводить инженерные расчеты для проектирования систем и объектов

**владение:** навыками обслуживания электрооборудования на основе современных способов и средств обеспечения надежности, обеспечивающих поддержание работоспособности машин на высоком уровне; навыками строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный анализ.

**Критерии оценки выполнения курсового проекта**

| | |
|---|---|
| **отлично** | обучающийся демонстрирует:<br>- содержание и оформление проекта соответствует требованиям данных Методических указаний и теме проекта;<br>- проект актуален, выполнен самостоятельно, имеет творческий характер, отличается определенной новизной;<br>- дан обстоятельный анализ степени теоретического исследования проблемы, различных подходов к ее решению;<br>- в докладе и ответах на вопросы показано знание нормативной базы, учтены последние изменения в нормативных документах по данной проблеме;<br>- проблема раскрыта глубоко и всесторонне, материал изложен логично;<br>- теоретические положения органично сопряжены с практикой;<br>- в проекте широко используются материалы исследования, проведенного автором самостоятельно или в составе группы (в отдельных случаях допускается опора на вторичный анализ имеющихся данных);<br>- в проекте проведен количественный анализ проблемы, который подкрепляет теорию, приведены таблицы, графики, диаграммы, формулы, показывающие умение автора формализовать результаты исследования; |

| | |
|---|---|
| | - широко представлен список использованных источников по теме проекта;<br>- приложения к проекту иллюстрируют достижения автора и подкрепляют его выводы;<br>- по своему содержанию и форме проект соответствует всем предъявленным требованиям. |
| **хорошо** | обучающийся демонстрирует:<br>- содержание и оформление проекта соответствует требованиям данных Методических указаний;<br>- содержание проекта в целом соответствует заявленной теме;<br>- проект актуален, написан самостоятельно;<br>- дан анализ степени теоретического исследования проблемы;<br>- в докладе и ответах на вопросы основные положения работы раскрыты на хорошем или достаточном теоретическом и методологическом уровне;<br>- теоретические положения сопряжены с практикой;<br>- представлены количественные показатели, характеризующие проблемную ситуацию;<br>- практические рекомендации обоснованы;<br>- приложения грамотно составлены и прослеживается связь с положениями курсового проекта;<br>- составлен список использованных источников по теме проекта. |
| **удовлетворительно** | обучающийся демонстрирует:<br>- содержание и оформление проекта соответствует требованиям данных Методических указаний;<br>- имеет место определенное несоответствие содержания проекта заявленной теме;<br>- в докладе и ответах на вопросы исследуемая проблема в основном раскрыта, но не отличается новизной, теоретической глубиной и аргументированностью, имеются не точные или не полностью правильные ответы;<br>- нарушена логика изложения материала, задачи раскрыты не полностью;<br>- в проекте не полностью использованы необходимые для раскрытия темы научная литература, нормативные документы, а также материалы исследований;<br>- теоретические положения слабо увязаны с управленческой практикой, практические рекомендации носят формальный бездоказательный характер. |
| **неудовлетворительно** | обучающийся:<br>- содержание и оформление проекта не соответствует требованиям данных Методических указаний;<br>- содержание проекта не соответствует ее теме;<br>- в докладе и ответах на вопросы даны в основном неверные ответы;<br>- проект содержит существенные теоретико-методологические ошибки и поверхностную аргументацию основных положений;<br>- предложения автора четко не сформулированы. |

### 4.2.3. Критерии оценки выполнения практической работы

При выполнении лабораторной работы обучающийся демонстрирует:

**знания:** основных свойств материалов, применяемых в

электрооборудовании, показатели качества технологических процессов, закономерности изменения надежности в процессе эксплуатации и ремонта.

**умения:** находить эффективные инженерные решения по повышению надежности, организовать контроль качества технологическими процессами; находить эффективные инженерные решения по повышению надежности электрооборудования с учетом технических и экономических критериев, а также организовать выполнение этих решений.

**владение:** методами расчета показателей надежности; способами повышения надежности технологических процессов; методами расчета показателей надежности; способами повышения надежности электрооборудования в условиях эксплуатации и ремонта

**Критерии оценки выполнения практической работы**

| | |
|---|---|
| **отлично** | обучающийся демонстрирует:<br>- знания по практической работе в полном объеме;<br>- письменный отчет по практической работе оформлен во время занятия, содержит подробное описание всех этапов практической работы;<br>- дано правильное развернутое заключение. |
| **хорошо** | обучающийся демонстрирует:<br>- знания по практической работе в достаточном объеме;<br>- письменный отчет по практической работе оформлен во время занятия, содержит описание всех этапов практической работы;<br>- дано правильное заключение. |
| **удовлетворительно** | обучающийся демонстрирует:<br>- знание основного материала, но испытывает трудности в его самостоятельном воспроизведении, ориентируется в вопросах при защите практической работы посредством дополнительных вопросов преподавателя;<br>- письменный отчет по практической работе содержит описание всех этапов практической работы, но допускает неточности в использовании терминологии.<br>- дано заключение по цели работы, что показывает не способность обучающегося анализировать материал и делать соответствующие выводы. |
| **неудовлетворительно** | обучающийся демонстрирует:<br>- незнание основного материала, испытывает трудности в его самостоятельном воспроизведении, не ориентируется в вопросах при защите практической работы посредством дополнительных вопросов преподавателя;<br>- письменный отчет по практической работе не выполнен |

### 4.2.4. Критерии оценки решения ситуационных задач

При расчете ситуационных задач обучающийся демонстрирует:

**знания:** технологического процесса сборки, монтажа, регулировки и ремонта электрооборудования; приема и правила выполнения операций по техническому обслуживанию, текущему ремонту и капитальному ремонту; наименований, маркировку, свойств обрабатываемого материала;

**умения:** выполнять расчет электрооборудования при проектировании; выполнять отдельные операции капитального ремонта электрооборудования; организовывать и регулировать трудовые отношения с работниками; принимать решения в области организации и нормирования труда;

**владение навыками:** расчета экономических показателей электроремонтного предприятия с учетом технических и экономических критериев; по технологии и организации выполнения электрифицированных работ в растениеводстве и животноводстве; определения неисправностей электрооборудования при капитальном ремонте.

**Критерии оценки решения ситуационных задач**

| | |
|---|---|
| **отлично** | обучающийся демонстрирует:<br>- задачи решены и оформлены правильно (верно начерчена схема, указаны единицы измерения электрических величин, выбраны необходимые для решения формулы) |
| **хорошо** | обучающийся демонстрирует:<br>- задачи решены правильно, но оформлены с ошибками (указаны не все единицы измерения электрических величин) |
| **удовлетворительно** | обучающийся демонстрирует:<br>- задачи решены правильно, но оформлены неверно (не указаны единицы измерения электрических величин, не указаны необходимые для решения формулы,) |
| **неудовлетворительно** | обучающийся:<br>- задачи решены и оформлены неверно |

***Разработчик: к.т.н, доцент Логачёва О.В.***_____
(подпись)