

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»**

**ФАКУЛЬТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета энергетики

Доцент А.А. Шевченко  
«20 августа 2023 г.  


**Рабочая программа дисциплины**

**«НАДЁЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

*наименование дисциплины*

**Направление подготовки**  
**35.03.06 «Агроинженерия»**

**Направленность подготовки**  
**«Электрооборудование и электротехнологии»**

**Уровень высшего образования**  
**Бакалавриат**

**Форма обучения**  
**Очная, заочная**

**Краснодар**  
**2023**

Рабочая программа дисциплины «Надёжность технических систем» разработана на основе ФГОС ВО 35.03.06Агроинженерия, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 23 августа 2017 г. № 813(зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 14 сентября 2017 г., регистрационный номер №48186), с изменениями, внесенными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 8 февраля 2021 г. №83 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 12 марта 2021 г., регистрационный № 62739).

Автор:  
д-р техн. наук, профессор



В.В.Тропин

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры применения электрической энергии от 18 апреля 2023 г., протокол № 31


Заведующий кафедрой  
канд. техн. наук, доцент



А.Г. Кудряков

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета энергетики, протокол от 19.04.2023 г., № 9

Председатель  
методической комиссии  
д –р техн. наук, профессор



И.Г. Стрижков

Руководитель  
основной профессиональной  
образовательной программы  
канд. техн. наук, доцент



С.А. Николаенко

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «Надёжность технических систем» является формирование комплекса знаний об организационных, научных и методических основах науки о надёжности технических систем, а также, - формирование у бакалавров навыков для решения задач анализа надёжности элементов, устройств и комплексов технических систем АПК и - задач синтеза технических систем с необходимым уровнем надёжности и допустимым уровнем ущерба от перерыва их работы. Изучение дисциплины позволяет студентам развивать свой математический и мировоззренческий кругозор, создавать научно-обоснованную картину мира с учётом вероятностного характера явлений и протекающих процессов.

### **Задачи дисциплины**

-изучение методов, способов и средств обеспечения заданной надёжности системы, оценка их инновационного потенциала;

- научиться выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве

-изучение требований специализированных нормативных документов в области обеспечения необходимой надёжности технических систем.

## **2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:**

**ПК-3.** Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве

**Профессиональный стандарт 13.001,** соотнесенный с ФГОС ВО: «Специалист в области механизации сельского хозяйства»

### **Обобщенные трудовые функции:**

Организация обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

### **Трудовые функции:**

Организация работы по повышению эффективности технологического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники

**ПК-3.4** Использует современные методики применения аналого-цифровой микроэлектроники в повышении эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в

сельскохозяйственном производстве

ПК-3.5 Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок с учетом охраны труда и электробезопасности

### 3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Надёжность технических систем» является дисциплиной, формируемой самостоятельно участниками образовательных отношений ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению 35.03.06 «Агроинженерия», направленность «Электрооборудование и электротехнологии».

### 4 Объем дисциплины (108 часа, 3 зачетных единицы)

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
<b>Контактная работа</b>	51	11
в том числе:		
— аудиторная по видам учебных занятий	40	13
— лекции	16	4
— практические	24	8
— лабораторные	-	-
— внеаудиторная	-	-
— зачет	1	1
— экзамен	-	-
- защита курсовых работ (проектов)	-	-
- контроль самостоятельной работы	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	67	95
в том числе:		
— курсовая работа (проект)	-	-
— прочие виды самостоятельной работы	67	95
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

### 5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемого курса студенты сдают зачёт с оценкой. Дисциплина изучается на 4 курсе, в 8 семестре (очное), а также на 4 курсе в 8 семестре (заочное).

#### Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

№ п/п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Основные понятия теории вероятностей, применяемые в задачах сложных технических систем. Теорема Бернули	ПК-3	8	2	2	-	4
2	Основные физико-технические закономерности теории надёжности технических систем. Теорема Пуассона об экспоненциальном законе вероятности безотказной работы	ПК-3	8	2	2	-	6
3	Математические модели отказов и восстановления элементов технических систем. Методы расчета показателей надёжности сложных технических систем	ПК-3	8	2	2		8
4	Методы расчета показателей надёжности невосстанавливаемых объектов технических систем	ПК-3	8	2	4		8
5	Статистический метод расчета показателей надёжности объектов технических систем по нормальному закону распределения Гаусса.	ПК-3	8	2	4		8
6	Нормативные показатели надёжности	ПК-3	8	2	4		10

№ п/ п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	технических систем на примере конкретного электрооборудования электрической сети						
7	Экономические аспекты надежности технических систем с оценкой ущерба	ПК-3	7	2	4		10
8	Определение надёжности отдельных элементов системы на примере вентиляторных агрегатов	ПК-3	8	2	2	-	13
Итого				16	24	-	67

### Содержание и структура дисциплины по заочной форме обучения

№ п/ п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Основные понятия теории вероятностей, применяемые в задачах сложных технических систем. Теорема Бернулли	ПК-3	8	0,5	1,0	-	10
2	Основные физико - технические закономерности теории надёжности технических систем. Теорема об экспоненциальном законе вероятности безотказной работы	ПК-3	8	0,5	1,0	-	15
3	Математические модели отказов и восстановления	ПК-3	8	0,5	1,0	-	10

№ п/п	Темы. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	элементов технических систем. Методы расчета показателей надёжности сложных технических систем						
4	Методы расчета показателей надёжности невосстанавливаемых объектов технических систем	ПК -3	8	0,5	1,0	-	10
5	Методы расчета показателей надёжности восстанавливаемых объектов технических систем	ПК -3	8	0,5	1,0	-	10
6	Нормативные показатели надёжности технических систем на примере конкретного электрооборудования электрической сети 0,4 кВ	ПК -3	8	0,5	1,0	-	10
7	Экономические аспекты надёжности технических систем с оценкой ущерба	ПК -3	8	0,5	1,0	-	15
8	Определение надёжности отдельных элементов системы на примере вентиляторных агрегатов	ПК -3	8	0,5	1,0	-	15
Итого				4	6	-	95

## **6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. Оськин С.В. Электротехнологии в сельском хозяйстве: учебник для студентов вузов / С.В. Оськин. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 501 с. –

Режим

доступа:

[https://edu.kubsau.ru/file.php/124/01\\_EHLEKTROTEKHNologii](https://edu.kubsau.ru/file.php/124/01_EHLEKTROTEKHNologii_V_SELskom_khozjaistve_oskin_s.v.pdf)

\_V\_SELskom\_khozjaistve\_oskin\_s.v.pdf – Образовательный портал КубГАУ.

2. Конспект лекций по курсу Надёжность технических систем / Тропин В.В. – КубГАУ, 2019 г. рукопись. Представлено в электронном виде.

3. Конспект практических занятий по курсу Надёжность электроснабжения /Кучеренко Д.Е., Тропин В.В. – КубГАУ, 2014 г. рукопись. Представлено в электронном виде.

## **7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

### **7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО**

Номер семестра (этап формирования компетенции соответствует номеру семестра)	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
<b>ПК-3</b> Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	
2	Правоведение
3	Компьютерное проектирование
4	Электрические измерения
5	Автоматика
5,6	Электрические машины
4	Электрические измерения
5	Переходные процессы в электрических цепях
6	Электротехнологии
7	Светотехника
8	<b>Надёжность технических систем</b>

### **7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания**

Планируемые результаты освоения компетенции	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
<b>ПК-3</b> Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве					



Планируемые результаты освоения компетенции	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
<p>ПК-3.4 Использует современные методики применения аналого-цифровой микроэлектроники в повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве</p> <p>ПК-3.5 Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок с учетом охраны труда и электробезопасности</p>	<p>Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки</p> <p>При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки, не продемонстрированы базовые навыки</p>	<p>Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок.</p> <p>Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи.</p> <p>Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок.</p> <p>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.</p> <p>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач</p>	<p>Вопросы к зачёту</p> <p>Тесты с задачами</p> <p>Реферат.</p>

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

#### Вопросы к зачету с оценкой

1. Основные принципы повышения надёжности технической системы
2. Безотказность, – определение и примеры из практики
3. Долговечность, - определение и примеры из практики
4. Ремонтпригодность, - определение и примеры из практики
5. Сохраняемость - определение и примеры из практики

6. Отказ, - определение и примеры из практики электроснабжения
7. Отключения случайные и плановые, - определение
8. Аварийное отключение, - определение и примеры из практики
9. Удельные показатели надёжности, - определение
10. Статистические методы оценки надёжности
11. Три основных показателя восстанавливаемых объектов
12. Формула вероятности безотказной работы. Вывод.
13. Коэффициент готовности, - определение и примеры из практики
14. Коэффициент вынужденного простоя, - определение и примеры
15. Вероятность безотказной работы за определённое время
16. Вероятность N отказов за определённое время
17. Категории надёжности электроприёмников
18. Первая категория надёжности электроприёмников, - определение
19. Вторая категория надёжности электроприёмников, - определение
20. Третья категория надёжности электроприёмников, - определение
21. Зависимость частоты отказов  $\lambda(t)$  дизельной электрической станции от её мощности и характера нагрузки
22. Частота отказов  $\lambda(t)$  силовых трансформаторов (0,4;10, 35 кВ)
23. Частота (интенсивность) отказов  $\lambda(t)$  плавких предохранителей
24. Частота отказов  $\lambda(t)$  автоматических выключателей
25. Частота (интенсивность) отказов  $\lambda(t)$  кабельных линий
26. Секционирование сети выключателями с АПВ
28. Применение резервных электростанций. Оценка эффекта.
29. Связь надёжности с потерями тепловой и электроэнергии в сетях
30. Связь надёжности с качеством тепла и электроэнергии в сетях.
31. Основные принципы повышения надёжности энергоснабжения
32. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость – определение и примеры из практики электроснабжения
33. Статистические методы оценки надёжности, - определение и примеры
34. Методы учета ограничений пропускной способности элементов и их групп при анализе структурной и функциональной надежности.
35. Особенности сельской сети как объекта расчёта и анализа надёжности.
36. Отказ, - определение и примеры из практики электроснабжения
37. Отключения аварийные, случайные и плановые, - определение, примеры из практики и способ учёта в показателях надёжности
38. Использование интегральных характеристик режимов в расчетах показателей надежности.
39. Удельные показатели надёжности, - определение и примеры из практики
40. Режим электрической сети и надежность электроснабжения.
41. Три основных показателя восстанавливаемых объектов
42. Теорема о вероятности безотказной работы при условии постоянства интенсивности отказов. Вывод и доказательство.
43. Коэффициенты готовности и вынужденного простоя- определение и примеры из практики

44. Влияние на надёжность системы электроснабжения устройств, предназначенных для компенсации реактивной мощности, несимметрии, высших гармоник.
45. Вероятность безотказной работы при условии изменения интенсивности отказов по закону Вейбулла. Вывод.
46. Вероятность  $N$  отказов за определённое время и интенсивность отказов
47. Категории надёжности электроприёмников, примеры из практики
48. Влияние принципов построения и особенностей управления систем электроснабжения на уровень надёжности электроснабжения
49. Система нормативных показателей и оптимальные затраты на повышение надёжности технической системы.
50. Методы экономической оценки уровня надёжности технических систем
51. Методы расчета недоотпуска электроэнергии на различных интервалах времени и при переменных коммутационных состояниях систем.
52. Оптимальная надёжность с позиции экономики – минимум приведённых затрат, включая ущерб от недоотпускатепла и электроэнергии.
53. Определение ущерба от перерывов электроснабжения
54. Ущерб от перерыва электроснабжения на сельхозпредприятиях и промпредприятиях на конкретных примерах.
55. Разукрупнение основных энергетических агрегатов и введение «ненагруженного резерва».
56. Основные вопросы надёжности при проектировании вентилляторных систем.
57. Эффект от применения устройств выделения повреждения, обнаружения повреждения, снижающих число отключений.
58. Экспресс-оценка технического эффекта от применения специальных устройств управления.
59. Проблема оптимальной надёжности и её возможное решение
60. Проектирование системы электроснабжения по заданной надёжности.
61. Определить вероятность отказа за 10 месяцев работы системы электроснабжения с сетевыми трансформаторами 110/10 кВ и 10/0,4 кВ, и кабельной вставки между ними длиной 1 км, если частота (интенсивность) отказа трансформатора 110/10 кВ равна 0,01 (1/год), трансформатора 10/0,4 кВ – 0,005 (1/год), а кабельной вставки – 0,05(1/год).
62. Определить вероятность отказа за 1 месяц работы системы электроснабжения с сетевыми трансформаторами 110/10 кВ и 10/0,4 кВ, и кабельной вставки между ними длиной 5 км, если частота (интенсивность) отказа трансформатора 110/10 кВ равна 0,005 (1/год), трансформатора 10/0,4 кВ - 0,01 (1/год), а кабельной вставки – 0,03(1/год).

### **Темы рефератов**

1. Закон равномерной плотности распределения случайной величины. Его характеристики и области применения.
2. Взаимосвязь законов биномиального, и Пуассоновского распределений случайной величины.

3. Приложение формулы Бернулли (биномиального распределения) к задачам электротехники и электроснабжения, в частности.
4. Поток отказов и интенсивность отказов – основные показатели надёжности элементов систем электроснабжения.
5. Взаимосвязь между законами распределения - «показательным» и «нормальным».
6. Закон распределения Вейбулла, его особенности и применения, как с позиции надёжности, так и с позиции техники высоких напряжений.
7. Теорема об экспоненциальном законе вероятности безотказной работы при постоянной интенсивности отказов. Два вида доказательства.
8. Электроприёмники 1-й категории надёжности, особенности применения в сельском хозяйстве.
9. Электроприёмники 2-й категории надёжности, особенности применения в сельском хозяйстве.
10. Электроприёмники 3-й категории надёжности, особенности их электроснабжения и подключения к электрической сети энергосистемы.
11. Процессы отказов и восстановления в простейших и сложных системах.
12. Расчёт надёжности однородной радиальной сети 0,4 кВ
13. Эвристический метод расчёта надёжности схем электрических соединений при последовательном, параллельном и последовательно-параллельном соединении элементов в системе.
14. Основные составляющие и показатели надёжности восстанавливаемых объектов.
15. Ремонтный интервал – субъективный фактор расчётов надёжности.
16. Методы расчёта надёжности сложных систем.
17. Основные критерии сложности системы.
18. Система электроснабжения как сложная техническая система.
19. Отличие с позиции надёжности системы электроснабжения 0,4 кВ автономной от централизованной системы электроснабжения 0,4 кВ.
  
20. Определение показателей надёжности узла нагрузки с.х. предприятий питающихся от двух генераторов районной электростанции 35/10 кВ
21. Определение показателей надёжности узла нагрузки с.х. предприятий питающихся от двух генераторов районной электростанции 35/6кВ.
22. Определение показателей надёжности узла нагрузки с.х. предприятий с 5-ю высоковольтными выключателями питающихся от двух генераторов районной электростанции 110/10 кВ.
23. Определение показателей надёжности узла нагрузки с.х. предприятий питающихся от двух генераторов районной электростанции 110/6 кВ.

**Структура реферата:**

- титульный лист;
- план работы с указанием страниц каждого вопроса, подвопроса (пункта);
- введение;
- текстовое изложение материала, разбитое на вопросы и подвопросы (пункты, подпункты) с необходимыми ссылками на источники, использованные автором;
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения, которые состоят из таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, схем (необязательная часть реферата). Приложения располагаются последовательно, согласно заголовкам, отражающим их содержание. (Пояснение по темам рефератов, выдаваемое студентам).

**Кейс-задание** - это краткое изложение в устной форме содержания и результатов индивидуальной учебно-исследовательской деятельности, имеет регламентированную структуру, содержание и оформление.

Кейс-задание должно:

- отвечать заявленной теме;
- цели и задачам обсуждения;
- быть структурированным, чтобы понималось его содержание;
- либо читаться с листа, либо быть рассказом, обращённым к аудитории
- доступно донести цели, задачи, методы и результаты исследования;
- позволить чётко и полно ответить на дополнительные вопросы по существу содержания раскрытой темы.

### **Варианты тестовых заданий по оценке остаточных знаний:**

(примеры)

- 1.Какова с позиции надёжности должна быть последовательность пуска машин технологических линий
  1. согласована с поступлением продукта
  2. по движению продукта
  3. против движения продукта
  4. в любой последовательности
  5. независимо от движения продукта
- 2.Какова с позиции надёжности последовательность остановки машин технологических линий
  1. перед остановкой головной машины все одновременно
  2. после остановки головной машины все одновременно
  3. против движения продукта
  4. по движению продукта
  5. в любой последовательности

3. Какова с позиции надёжности роль машины называется головной
  1. на машине имеется голова
  2. первая получает продукт
  3. находится в середине технологической линии
  4. первая включается
  5. главная машина
  
4. Какова с позиции надёжности роль режима называемого пуско-наладочным
  1. в этом режиме машины не могут работать постоянно и только запускаются
  2. при работе машины её можно регулировать, не смотря на то, что остальные машины работают
  3. машины запускаются отдельно с помощью отдельных станций управления
  4. машины запускаются отдельными операторами
  5. машины работают повторно-кратковременно
  
5. Каковы с позиции надёжности условия запуска инерционных машин (дробилки, измельчители) и что поэтому необходимо в схемах предусмотреть
  1. Датчик влажности
  2. Реле температуры
  3. реле времени
  4. дополнительный провод
  5. дополнительные контакты
  
6. Коэффициент вынужденного простоя равен отношению :
  - \* среднего времени наработки между отказами к сумме среднего времени наработки между отказами и среднего времени восстановления работоспособного состояния;
  - среднего времени восстановления работоспособного состояния к сумме среднего времени наработки между отказами и среднего времени восстановления работоспособного состояния;
  - среднего времени наработки между отказами к разности среднего времени наработки между отказами и среднего времени восстановления работоспособного состояния;
  - среднего времени восстановления работоспособного состояния к разности среднего времени наработки между отказами и среднего времени восстановления работоспособного состояния.
  
7. Вероятность первого отказа в течение заданного интервала времени  $t$  пропорциональна:
  - \* интенсивность отказов от  $t$ ;
  - экспоненте интенсивности отказов от  $t$ ;
  - логарифму интенсивности отказов от  $t$ ;
  - квадрату интенсивности отказов от  $t$ .
  
8. Расчет надежности по ГОСТ «Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения»:
  - \* процедура определения значений показателей надежности объекта с использованием методов, основанных на их вычислении по справочным данным о надежности элементов объекта;
  - процедура определения значений показателей надежности объекта с использованием методов, основанных на их вычислении по данным о надежности элементов объекта;
  - процедура определения показателей надежности объекта с использованием методов, основанных на их вычислении по справочным данным о надежности элементов

объекта;

процедура определения значений показателей надежности объекта с использованием методов, основанных на их вычислении по справочным данным о надежности объекта;

9. Прогнозирование надежности:

\*Частный случай расчета надежности объекта на основе статистических моделей, отражающих тенденции изменения надежности объектов-аналогов и/или экспертных оценок;

Частный случай расчета надежности объекта на основе статистических моделей, отражающих изменения надежности объектов-аналогов и/или экспертных оценок;

Частный случай расчета надежности объекта на основе статистических моделей, отражающих тенденции изменения надежности объектов и/или экспертных оценок;

Частный случай расчета надежности объекта на основе статистических моделей, отражающих тенденции изменения объектов-аналогов и/или экспертных оценок.

10. Цель расчета надежности:

\*обоснование количественных требований по надежности к объекту или его составным частям;

обоснование требований по надежности к объекту или его составным частям;

обоснование качественных требований по надежности к объекту или его составным частям;

обоснование количественных требований по надежности к объекту.

11. Цель расчета надежности:

\*сравнительный анализ надежности вариантов схемно-конструктивного построения объекта и обоснование выбора рационального варианта;

сравнительный анализ надежности вариантов схемно-конструктивного построения объекта и выбор рационального варианта;

сравнительный анализ вариантов схемно-конструктивного построения объекта и обоснование выбора рационального варианта;

сравнительный анализ надежности вариантов схемно-конструктивного построения объекта и обоснование выбора оптимального варианта.

12. Цель расчета надежности:

\*обоснование и проверку эффективности предлагаемых (реализованных) мер по доработкам конструкции, технологии изготовления, системы технического обслуживания и ремонта объекта, направленных на повышение его надежности;

обоснование и проверку предлагаемых (реализованных) мер по доработкам конструкции, технологии изготовления, системы технического обслуживания и ремонта объекта, направленных на повышение его надежности;

обоснование и проверку эффективности предлагаемых (реализованных) мер по доработкам конструкции, технологии изготовления, системы ремонта объекта, направленных на повышение его надежности;

обоснование и проверку эффективности предлагаемых (реализованных) мер по доработкам конструкции, технологии изготовления, системы технического обслуживания объекта, направленных на повышение его надежности.

13. Цель расчета надежности:

\*проверка соответствия ожидаемого (достигнутого) уровня надежности объекта установленным требованиям (контроль надежности), если прямое

экспериментальное подтверждение их уровня надежности невозможно технически

или нецелесообразно экономически.  
проверка соответствия ожидаемого (достигнутого) уровня надежности объекта установленным требованиям (контроль надежности), если прямое подтверждение их уровня надежности невозможно технически или нецелесообразно экономически.  
проверка соответствия ожидаемого (достигнутого) уровня надежности объекта установленным требованиям (контроль надежности), если прямое экспериментальное подтверждение их надежности невозможно технически или нецелесообразно экономически.  
проверка соответствия ожидаемого (достигнутого) уровня надежности объекта установленным требованиям (контроль надежности), если прямое экспериментальное подтверждение их уровня надежности невозможно или нецелесообразно экономически.

14. .Расчет надежности на любом этапе видов работ включает:

\*идентификацию объекта, подлежащего расчету, выбор метода расчета, адекватного особенностям объекта, составление расчетных моделей для каждого показателя надежности;

идентификацию объекта, выбор метода расчета, адекватных особенностям объекта, составление расчетных моделей для каждого показателя надежности;

идентификацию объекта, подлежащего расчету, выбор методов расчета, адекватного особенностям объекта, составление расчетных моделей для показателя надежности;

идентификацию объекта, подлежащего расчету, выбор расчета, адекватного особенностям объекта, составление расчетных моделей для каждого показателя надежности.

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков характеризующих этапы формирования компетенций**

Опубликованные методические материалы, определяющие процедуры оценки знаний, умений и навыков:Оськин С.В. Методические рекомендации по процедуре оценивания знаний, навыков, умений и опыта деятельности, на этапах формирования компетенций.-КубГАУ.- Краснодар, 2014.- 34 с. — Режим

доступа:

<https://kubsau.ru/upload/iblock/8d1/8d16a59faa1f2e97e7383a8c3c81c739.pdf>

Контроль освоения дисциплины «Надёжность технических систем» проводится в соответствии с ПлКубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация студентов». Текущий контроль по дисциплине позволяет оценить степень восприятия учебного материала и проводится для оценки результатов изучения разделов/тем дисциплины. Текущий контроль проводится как контроль тематический (по итогам изучения определенных тем дисциплины) и рубежный (контроль определенного раздела или нескольких разделов, перед тем, как приступить к изучению очередной части учебного материала).

**Реферат.** Критериями оценки реферата являются: новизна текста,



обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

**Оценка «отлично»**— выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

**Оценка «хорошо»**— основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

**Оценка «удовлетворительно»**— имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

**Оценка «неудовлетворительно»**— тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

**Критерии оценки на тестировании.** До тестирования допускаются студенты, которые не имеют задолженностей. Тестирование производится в аудитории 107 кафедры «Электрических машин и электропривода», которая оснащена компьютерами. На кафедре создана база данных с тестами. По типу, предлагаемые студентам тесты являются тестами с одним правильным ответом. Время, отводимое на написание теста, не должно быть меньше 30 минут для тестов, состоящих из 20 тестовых заданий и 60 мин. для тестов из 40 тестовых заданий написания теста.

**Оценка «отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 85 % тестовых заданий.

**Оценка «хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 70 % тестовых заданий.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 51 %.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

### **Критерии оценки на зачёте с оценкой**

**Оценка «отлично»** выставляется обучающемуся, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка

«отлично» выставляется обучающемуся усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

**Оценка «хорошо»** выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимым для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных учебной программой, знаком с основной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, допустившему погрешности в ответах на экзамене или выполнении экзаменационных заданий, но обладающему необходимыми знаниями под руководством преподавателя для устранения этих погрешностей, нарушающему последовательность в изложении учебного материала и испытывающему затруднения при выполнении практических работ.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не может продолжить обучение или приступить к деятельности по специальности по окончании университета без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## **8 Перечень основной и дополнительной литературы**

### **Основная учебная литература**

1. Долгин, В. П. **Надежность технических систем** :учеб.пособие / В.П. Долгин, А.О. Харченко. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2018. — 167 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: <https://znanium.com>]. — (Высшее образование:Бакалавриат). - ISBN 978-5-

16-102844-5. - Текст : электронный. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/944892>

2. Рыков, В. В. **Надёжность технических систем и техногенный риск** :учеб.пособие / В.В. Рыков, В.Ю. Иткин. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 192 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-102989-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1021444>

3. Васильева, Т. Н. **Надежность электрооборудования и систем электроснабжения** / Т.Н. Васильева. - Москва : Гор. линия-Телеком, 2015. - 152 с.: ил.; . ISBN 978-5-9912-0468-2, 1000 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/501253>

### Дополнительная учебная литература

1. Хорольский, В. Я. **Надежность электроснабжения** :учеб.пособие / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов. — Москва : ФОРУМ :ИНФРА-М, 2019. — 127 с. — (Высшее образование:Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-105101-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/983547>

2. Мартишин, С. А. **Основы теории надежности информационных систем** : учебное пособие / С.А. Мартишин, В.Л. Симонов, М.В. Храпченко. — Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2020. — 255 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-106294-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1062374>

3. Конспект лекций по курсу Надёжность технических систем / Тропин В.В. – КубГАУ , 2019 г. рукопись. Представлено в электронном виде.

4. Надёжность в технике Основные понятия. Термины и определения. ГОСТ 27.002 -89 – М.: Издательство стандартов, 1990 -36 с.

## 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

### Перечень электронно-библиотечных систем

№	Наименование	Тематика
1	Издательство «Лань» <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	Энергетика, сельское хозяйство, технология хранения и переработки пищевых продуктов
2	Издательство МЕГАПРО <a href="http://elib.kubsau.ru/megapro/web">http://elib.kubsau.ru/megapro/web</a>	Электронный каталог научной библиотеки
3	Издательство <u>Znanium</u> <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>	Универсальная многопрофильная электронно-библиотечная система, которая предоставляет доступ в режиме онлайн ко многим учебным и научным произведениям.

4	Издательство Юрайт <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	ЭБС Юрайт предоставляет доступ к учебникам и дих вузов России по всем направлениям и висы.

Рекомендуемые интернет сайты:

1. Официальный сайт Министерства финансов РФ  
<https://www.minfin.ru/ru/>

2. Официальный сайт Министерства энергетики РФ  
<https://minenergo.gov.ru/>

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. Оськин С.В. Электротехнологии в сельском хозяйстве: учебник для студентов вузов / С.В. Оськин. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 501 с. – Режим доступа: [https://edu.kubsau.ru/file.php/124/01\\_EHLEKTROTEKHNOLOGII\\_V\\_SELSKOM\\_KHOZJAISTVE\\_OSKIN\\_S.V.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/124/01_EHLEKTROTEKHNOLOGII_V_SELSKOM_KHOZJAISTVE_OSKIN_S.V.pdf) – Образовательный портал КубГАУ.
2. Конспект лекций по курсу Надёжность технических систем / Тропин В.В. – КубГАУ, 2019 г. рукопись. Представлено в электронном виде.
3. Конспект практических занятий по курсу Надёжность электроснабжения / Кучеренко Д.Е., Тропин В.В. – КубГАУ, 2014 г. рукопись. Представлено в электронном виде.

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют:

- обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет»;
- фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы;
- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;

– контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

Для организации учебного процесса и оценки знаний студентов применяется учебное пособие авторов Григораш О.В., Трубилин А.И. «Организация деятельности и оценка результатов работы кафедры» (КубГАУ, 2012, 596 с.), допущенное Министерством сельского хозяйства РФ в качестве учебного пособия для системы дополнительного образования.

Во время **практических занятий** рассматриваются вопросы, уточняющие и дополняющие лекционный материал, осуществляется контроль самостоятельной работы и уровня знаний студентов.

Контроль освоения дисциплины проводится в соответствии с ПлКубГАУ 2.5.1–2016 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация студентов».

Текущий контроль по дисциплине позволяет оценить степень восприятия учебного материала и проводится для оценки результатов изучения разделов и тем дисциплины. Текущий контроль проводится как контроль тематический (по итогам изучения определенных тем дисциплины) и рубежный (контроль определенного раздела или нескольких разделов, перед тем, как приступить к изучению очередной части учебного материала) с использованием тестовых заданий.

#### Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование	Краткое описание
1	Microsoft Windows	Операционная система
2	Microsoft Office	офисных приложений
3	Система тестирования INDIGO	Тестирование

#### Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Гарант	Правовая	<a href="https://www.garant.ru/">https://www.garant.ru/</a>
2	Консультант	Правовая	<a href="https://www.consultant.ru/">https://www.consultant.ru/</a>

**12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине** *В соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО указывается наименование помещений*

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4
	Надёжность технических систем	<p>Помещение №205 ЭЛ, посадочных мест — 28; площадь — 87,3м<sup>2</sup>; помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.</p> <p>технические средства обучения (принтер — 1 шт.; экран — 1 шт.; сетевое оборудование — 1 шт.; компьютер персональный — 14 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; Персональный компьютер – 12шт 57э-201512 от 02.01.2016 (Предоставление безлимитного доступа в интернет, 200 Мбит/с, ПАО «Ростелеком») MS Windows 7 pro, №187 от 24.08.2011 AutoCAD сетевая лицензия до версии 2012 MS OfficeStandart 2010 MSVisio 2007-2016, по программе MSDreamSpark, 17к-201403 от 25 марта 2014г.</p>	г. Краснодар, ул. Калинина д. 13, здание учебного корпуса факультета энергетики