

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА**  
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
**СТИ НИТУ «МИСиС»**

Рабочая программа утверждена  
решением Ученого совета  
СТИ НИТУ «МИСиС»  
от «22» июня 2020 г.  
протокол № 23

## **Рабочая программа дисциплины**

### **Оценка надежности средств энергообеспечения**

Закреплена за кафедрой	<u><b>Кафедра автоматизированных и информационных систем управления</b></u>
Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль	Электропривод и автоматика
Квалификация	<u><b>Бакалавр</b></u>
Форма обучения	<u><b>Очная</b></u>
Общая трудоемкость	<u><b>4</b></u> ЗЕТ

Формы контроля в семестрах:

Часов по учебному плану	<u>144</u>	
в том числе:		экзамен 3
аудиторные занятия	<u>34</u>	
самостоятельная работа	<u>74</u>	
часов на контроль	<u>36</u>	

#### **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	3		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого:	144	144	144	144

Год набора 2017.  
В редакции 2020 г.

Программу составила:  
Доцент каф. АИСУ, кандидат технических наук,  
доцент Основина Ольга Николаевна  
Должность, уч. ст., уч. зв. ФПО полностью

  
\_\_\_\_\_  
подпись

Рабочая программа дисциплины

Оценка надежности средств автоматизации

наименование

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСиС»:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ от 05. 03. 2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2017 года набора.

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электропривод и автоматика, утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСиС» 22.06.2020  
г., протокол № 23.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры  
Автоматизированные и информационные системы управления  
Протокол от «08» июня 2020 г. № 05.

И.о. зав.  
кафедрой АИСУ

  
\_\_\_\_\_  
подпись

А.И. Глущенко  
И.О. Фамилия

«08» июня 2020 г.

Руководитель ОПОП ВО  
И.о. зав. кафедрой АИСУ,  
кандидат технических наук, доцент  
должность, уч. ст., уч. зв. – при наличии

  
\_\_\_\_\_  
подпись

А.И. Глущенко  
И.О. Фамилия

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
Цель дисциплины – базовая теоретическая и практическая подготовка обучающихся в области теории и практики надежности средств энергообеспечения (СЭ); формирование у обучающихся знаний, умений и навыков в области выполнения анализа факторов и причин нарушения работоспособности средств энергообеспечения, методов оценки и повышения их надежности с целью обеспечения более высокой эффективности эксплуатации.	
Задачи дисциплины:	
1. Научить обучающихся выполнять расчеты показателей надежности и эффективности технического, программного и эргономического обеспечения систем электроснабжения с использованием стандартных методов и средств.	
2. Научить обучающихся планировать мероприятия по профилактическому контролю, функциональной диагностике технического состояния СЭ.	
3. Научить обучающихся выбирать модели и методы для оценки надежности СЭ.	
4. Научить обучающихся оценивать эффективность применяемых методов повышения надежности СЭ.	
5. Научить обучающихся выбирать функциональные зависимости и числовые характеристики при расчете надежности СЭ.	
6. Научить обучающихся оценивать показатели надежности СЭ по статистическим данным.	
7. Научить обучающихся определять причины отказов и неисправностей при эксплуатации СЭ.	
8. Научить обучающихся формировать состав мероприятий по устранению причин нарушения работоспособности СЭ и повышению эффективности их эксплуатации.	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающихся:</b>
2.1.1	Математика
2.1.2	Безопасность жизнедеятельности
2.1.3	Компьютерное обеспечение специальности
2.1.4	Современные информационные технологии
2.1.5	Ознакомительная практика
2.2	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Электрические сети и подстанции
2.2.2	Автоматизированные средства диагностики оборудования
2.2.3	Технологические объекты энергообеспечения
2.2.4	Технические средства автоматизации
2.2.5	Эксплуатационная практика

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
<b>УК-3: Способен:</b> - проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю образовательной программы; - выбирать и применять соответствующие методики проектирования и разработки, включая передовые методы и технологии	
<b>Знать:</b>	УК-3-31: Знать аналитические и численные методы оценки надежности СЭ, методы испытаний на надежность, прогрессивные методы повышения эксплуатационной надежности СЭ
<b>Уметь:</b>	УК-3-У1: Уметь разрабатывать обобщенные варианты решения задач обеспечения эксплуатационной надежности СЭ, выбирать оптимальное решение, прогнозировать последствия отказов и неисправностей СЭ, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности
<b>Владеть:</b>	УК-3-В1: Владеть навыками выбора состава, методик расчета, средств и способов экспериментальной проверки показателей надежности СЭ
<b>ПК-1: Способен:</b> - рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности; - применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования; - оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования; - составлять и оформлять типовую техническую документацию; - определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; - обеспечивать требуемые режимы работы объектов профессиональной деятельности и заданные параметры технологического процесса; - участвовать в выполнении ремонтов оборудования по заданной методике; - составлять заявки на оборудование и запасные части и подготавливать техническую документацию на ремонт.	
<b>Знать:</b>	ПК-1-31: Знать методики проведения экспериментов по оценке текущего технического состояния СЭ, остаточного ресурса с обработкой и анализом их результатов
<b>Уметь:</b>	ПК-1-У1: Уметь планировать и обрабатывать результаты испытаний СЭ с использованием необходимых методов и средств; ПК-1-У2: Уметь планировать состав и номенклатуру работ по техническому обслуживанию и ремонту СЭ
<b>Владеть:</b>	ПК-1-В1: Владеть навыками участия в мероприятиях по разработке функционального, логистического, технического и программного обеспечения поддержки эксплуатации СЭ на основе современных методов и средств

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература и электронные ресурсы	Примечание
	<b>Раздел 1 Общие сведения по теории надежности</b>					
1.1	Основные термины и определения. Классификация отказов СЭ /Лек/	3	1	УК-3-31	ЛЗ.1 ЛЗ.4 ЛП.1 ЛЗ.3	
1.2	Основные термины и определения. Классификация отказов СЭ /Ср/	3	2	УК-3-31	ЛЗ.1 ЛЗ.4 ЛП.1 ЛЗ.4 Э.1	
1.3	Показатели надежности невосстанавливаемых систем /Пр/	3	1,5	УК-3-31 УК-3-У1	ЛЗ.1 ЛЗ.2 ЛП.1 ЛП.2 ЛЗ.3 Э.1	
1.4	Показатели надежности невосстанавливаемых систем /Ср/	3	2	УК-3-31 УК-3-У1	ЛЗ.1 ЛЗ.2 ЛП.1 ЛП.3 ЛЗ.3 Э.1	
1.5	Основные законы распределения наработки до отказа /Пр/	3	1,5	УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1	ЛЗ.1 ЛЗ.2 ЛП.1 ЛП.2 ЛЗ.3 Э.1	
1.6	Основные законы распределения наработки до отказа /Ср/	3	1	УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1	ЛЗ.1 ЛЗ.2 ЛП.1 ЛП.2 ЛЗ.2 Э.1	
1.7	Показатели надежности восстанавливаемых систем /Лек/	3	1	УК-3-31	ЛЗ.1 ЛЗ.2 ЛЗ.4 ЛП.1 ЛП.2 ЛЗ.1 ЛЗ.2 Э.1	
1.8	Показатели надежности восстанавливаемых систем /Ср/	3	2	УК-3-31 УК-3-У1	ЛЗ.1 ЛЗ.2 ЛЗ.4 ЛП.1 ЛП.2 ЛЗ.1 ЛЗ.2 ЛЗ.3 Э.1	
	<b>Раздел 2 Особенности оценки надежности СЭ</b>					
2.1	Надежность комплекса технических средств/Лек/	3	2	УК-3-31 ПК-1-31	ЛЗ.1 ЛЗ.2 ЛЗ.4 ЛП.1 ЛП.2	

					Л2.4 Л2.1 Э.1	
2.2	Надежность комплекса технических средств/Ср/	3	6	УК-3-31 ПК-1-31 ПК-1-В1	Л3.1 Л3.2 Л3.4 Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.3 Э.1	
2.3	Методы расчета надежности СЭ без учета восстановления/Пр/	3	4	УК-3-31 ПК-1-31 УК-3-У1 УК-3-В1	Л3.1 Л3.2 Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Э.1	
2.4	Методы расчета надежности СЭ без учета восстановления/Ср/	3	8	УК-3-31 ПК-1-31 УК-3-У1 УК-3-В1	Л3.1 Л3.2 Л3.5 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Э.1	
2.5	Расчет надежности технических систем с учетом восстановления/Пр/	3	4	УК-3-31 ПК-1-31 УК-3-У1	Л3.1 Л3.2 Л3.5 Л1.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Э.1	
2.6	Расчет надежности технических систем с учетом восстановления/Ср/	3	8	УК-3-31 ПК-1-31 УК-3-У1 УК-3-В1	Л3.1 Л3.2 Л3.5 Л1.2 Л2.1 Л2.3 Э.1	
2.7	Надежность программного обеспечения/Лек/	3	1	ПК-1-31	Л3.1 Л3.4 Л1.1 Л2.2 Э.1	
2.8	Надежность оперативного персонала/Лек/	3	1	ПК-1-31	Л3.1 Л3.4 Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Э.1	
	<b>Раздел 3 Методы повышения надежности СЭ</b>					
3.1	Классификация методов повышения надежности/Лек/	3	1	УК-3-31 ПК-1-31	Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л1.1 Л1.2 Л2.2 Э1	
3.2	Резервирование/Лек/	3	2	УК-3-31 ПК-1-31	Л3.2 Л3.2 Л3.3 Л3.5 Л1.1 Л1.2 Э.1	

3.3	Способы анализа и оценки эффективности резервирования /Ср/	3	4	УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1 ПК-1-В1	ЛЗ.2 ЛЗ.2 ЛЗ.5 Л1.1 Л1.2 Л2.2 Л2.3 Э.1	
3.4	Расчет надежности невосстанавливаемых систем с постоянным резервом/Пр/	3	2	УК-3-31 ПК-1-31 УК-3-У1 УК-3-В1	ЛЗ.2 ЛЗ.2 ЛЗ.3 ЛЗ.5 Л1.1 Л1.2 Л2.3 Э.1	
3.5	Расчет надежности невосстанавливаемых систем с постоянным резервом/Ср/	3	16	УК-3-31 ПК-1-31 УК-3-У1 УК-3-В1	ЛЗ.2 ЛЗ.2 ЛЗ.3 ЛЗ.5 Л1.1 Л1.2 Л2.2 Л2.3 Э.1	
	<b>Раздел 4 Контроль и техническая диагностика СЭ</b>					
4.1	Цели и задачи технической диагностики /Лек/	3	1	ПК-1-31	ЛЗ.2 ЛЗ.4 Л1.1 Л2.1 Э.2	
4.2	Виды контроля технического состояния СЭ /Лек/	3	1	ПК-1-31	ЛЗ.2 ЛЗ.4 Л1.3 Л2.1 Э.1 Э.1	
4.3	Влияние контроля технического состояния на эксплуатационную надежность СЭ /Ср/	3	6	УК-3-У1 УК-3-В1 ПК-1-В1	ЛЗ.2 ЛЗ.4 Л1.1 Л2.1 Э.1	
	<b>Раздел 5 Оценка надежности СЭ по результатам испытаний</b>					
5.1	Особенности испытаний на надежность СЭ /Лек/	3	1	УК-3-31 ПК-1-31	ЛЗ.2 ЛЗ.4 Л1.1 Л2.1 Э.1	
5.2	Организация работ по проведению испытаний СЭ /Лек/	3	1	УК-3-31 ПК-1-31 ПК-1-У1	ЛЗ.2 ЛЗ.4 Л1.1 Л2.1 Л1.3 Э.1	
5.3	Анализ и оценка эффективности проведения испытаний на безотказность СЭ /Ср/	3	2	ПК-1-31 УК-3-У1 ПК-1-У1 УК-3-В1 ПК-1-В1	ЛЗ.2 ЛЗ.4 Л1.1 Л2.1 Л2.2 Э.1	
5.4	Определительные испытания /Пр/	3	2	УК-3-У1 ПК-1-У1 УК-3-В1	ЛЗ.2 ЛЗ.2 Л1.3	

				ПК-1-В1	Л2.2 Л2.3 Э.1	
5.5	Контрольные испытания /Пр/	3	2	УК-3-У1 ПК-1-У1 УК-3-В1 ПК-1-В1	Л3.2 Л3.2 Л1.1 Л1.3 Л2.2 Л2.3 Э.1	
5.6	Способы и методы обработки результатов определятельных и контрольных испытаний /Ср/	3	8	УК-3-У1 ПК-1-У1 УК-3-В1 ПК-1-В1	Л3.2 Л3.2 Л3.4 Л1.1 Л1.3 Л2.1 Э.1	
	<b>Раздел 6 Обеспечение требуемой надежности СЭ при эксплуатации</b>					
6.1	Организация эксплуатации. Определение численности эксплуатационного персонала /Лек/	3	1	ПК-1-31 УК-3-У1 УК-3-В1	Л3.2 Л3.2 Л3.4 Л1.2	
6.2	Обеспечение запасными частями. Организация пополнения запаса /Лек/	3	1	ПК-1-31 УК-3-У1 УК-3-В1	Л3.2 Л3.4 Л1.1 Л2.1 Э.2	
6.3	Методики расчета числа запасных частей по: - вероятности достаточности - стоимостным показателям /Ср/		5	УК-3-У1 УК-3-В1 ПК-1-В1	Л3.2 Л3.4 Л1.1 Л1.3 Л2.1 Э.1	
6.4	Техническое обслуживание СЭ /Лек/	3	2	ПК-1-31 ПК-1-У2	Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э.1	
6.5	Надежностно- ориентированное техническое обслуживание СЭ /Ср/	3	4	УК-3-У1 ПК-1-У2 УК-3-В1 ПК-1-В1	Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Э.1	
	Часы на контроль /Контроль/	3	36	УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену

#### 5.1.1. Перечень контрольных вопросов, используемых при формировании экзаменационных билетов (промежуточный контроль успеваемости)

##### Раздел 1. Общие сведения по теории надёжности

1. Перечислите основные состояния и события, в которых может находиться автоматизированная система в процессе эксплуатации (УК-3-31).
2. Дайте определение понятия «надёжность и безопасность СЭ» и его основных составляющих (УК-3-31).
3. Дайте вероятностные и статистические определения показателей надёжности восстанавливаемых систем (УК-3-31).
4. Назовите области применения основных законов распределения наработки до отказа (УК-3-31).
5. Опишите основные свойства потоков отказов (УК-3-31).
6. Укажите основные особенности простейшего потока отказов. Назовите условия применения простейшего потока отказов при решении задач оценки надёжности реальных систем (УК-3-31).
7. Дайте вероятностные и статистические определения показателей надёжности восстанавливаемых систем (УК-3-31).
8. Дайте вероятностные и статистические определения комплексных показателей надёжности (УК-3-31).
9. Назовите существующие способы декомпозиции средств автоматизации при решении задач надёжности (УК-3-31).
10. Назовите виды отказов технических средств (УК-3-31).

##### Раздел 2. Особенности оценки надёжности СЭ

11. Назовите особенности оценки надёжности программного обеспечения (ПК-1-31).
12. Перечислите состав показателей качества и надёжности современного ПО (ПК-1-31, УК-3-31).
13. Классификация отказов ПО (ПК-1-31).
14. Назовите критерии выбора методики оценки надёжности ПО (ПК-1-31, УК-3-31).
15. В чём особенности человека-оператора как элемента СЭ в задачах надёжности (ПК-1-31).
16. Классификация отказов человека-оператора (ПК-1-31).
17. Классификация ошибок человека-оператора (ПК-1-31).
18. Дайте определение понятия «надёжность человека-оператора» и его основных составляющих (ПК-1-31).
19. Какова классификация функций СЭ и их отказов (ПК-1-31).
20. Какие компоненты внешней среды СЭ существенны с точки зрения надёжности (ПК-1-31).
21. Перечислите основные этапы расчёта показателей надёжности СЭ (ПК-1-31, УК-3-31).
22. Каковы принципы составления структурной схемы для расчёта надёжности, способы включения элементов в ней (ПК-1-31, УК-3-31).
23. Поясните суть классического метода расчёта надёжности систем. В каком случае можно использовать этот метод для расчёта надёжности (УК-3-31, УК-3-У1).
24. Поясните суть метода минимальных путей и сечений (УК-3-31, УК-3-У1).
25. Поясните суть метода разложения относительно особого элемента. Какой элемент системы со сложной структурой выделяется в качестве особого (УК-3-31, УК-3-У1).
26. Поясните суть логико-вероятностного метода расчёта надёжности (УК-3-31, УК-3-У1).
27. Поясните суть метода перебора состояний (УК-3-31, УК-3-У1).
28. Какие основные способы описания логических условий работоспособности объектов используют в ЛВМ? (ПК-1-31 УК-3-У1)
29. В чём особенности расчёта надёжности восстанавливаемых систем с использованием метода переходных вероятностей? (ПК-1-31, УК-3-31, УК-3-У1)
30. В чём особенности расчёта надёжности восстанавливаемых систем с использованием метода переходных интенсивностей? (ПК-1-31, УК-3-31, УК-3-У1)

##### Раздел 3. Методы повышения надёжности СЭ

31. Классификация методов повышения надёжности СЭ (ПК-1-31, УК-3-31).
32. Виды резервирования (ПК-1-31, УК-3-31).
33. Назовите существующие методы структурного резервирования (ПК-1-31, УК-3-31, УК-3-У1, УК-3-В1).
34. Как оценить эффективность структурного резервирования (УК-3-У1, УК-3-В1).
35. Назовите существующие методы временного резервирования (ПК-1-31, УК-3-31).
36. Назовите особенности расчёта надёжности каналов технологического контроля (ПК-1-31, УК-3-31).
37. Назовите особенности расчёта надёжности систем дистанционного управления. Какие виды отказов может иметь канал дистанционного управления (ПК-1-31, УК-3-31).
38. Расчёт надёжности систем защиты технологического оборудования. Какие способы резервирования информационной части используются в системах защиты (УК-3-У1, УК-3-В1).

##### Раздел 4. Контроль и техническая диагностика СЭ

39. Назовите цели и задачи технической диагностики СЭ (ПК-1-31).
40. Какие существуют виды контроля технического состояния СЭ? (ПК-1-31).
41. Охарактеризуйте влияние контроля технического состояния на эксплуатационную надёжность СЭ (ПК-1-31).
42. Назовите существующие виды контроля на эксплуатационную надёжность СЭ. Каковы их цели? (ПК-1-31).
43. Сопоставьте преимущества и недостатки двух видов испытаний: лабораторных и в условиях эксплуатации (УК-3-31).

##### Раздел 5. Оценка надёжности СЭ по результатам испытаний

44. Назовите основные существующие планы испытаний (УК-3-31, ПК-1-31).
45. Как проводится планирование определительных испытаний? (УК-3-31, УК-3-У1).
46. Что такое риск поставщика, риск потребителя, приёмочный и браковочный уровень? (ПК-1-31).
47. Опишите принципы и методы проведения контрольных испытаний на надёжность (ПК-1-31, УК-3-У1).

##### Раздел 6. Обеспечение требуемой надёжности СЭ при эксплуатации

48. Перечислите требования к информации о надёжности, получаемой в условиях эксплуатации (ПК-1-31).
49. Перечислите последовательность работ по испытанию надёжности в условиях эксплуатации (ПК-1-31).

50. Какую информацию должны содержать первичные формы учёта? (ПК-1-31).
51. Организация эксплуатации СЭ. Основные задачи эксплуатации (ПК-1-31).
52. Определение численности эксплуатационного персонала (ПК-1-31).
54. Организация пополнения запаса при:
  - а) восстанавливаемых ЗИП;
  - б) невосстанавливаемых ЗИП. (ПК-1-31, ПК-1-У1)
55. Классификация запасных частей и комплектов ЗИП. (ПК-1-31)
56. Взаимосвязь между применением комплекта ЗИП и резервированием. (ПК-1-31)
57. Показатели достаточности запаса. (ПК-1-31)
58. Расчёт количества запасных частей по экономическим критериям. (ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-В1)
59. Существующие виды и стратегии техобслуживания СЭ. (ПК-1-31)
60. Определение параметров ТО при явных отказах и неявных отказах. (ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-В1).

**5.1.2. Перечень контрольных практических заданий, используемых при формировании экзаменационных билетов (промежуточный контроль успеваемости) (УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-У1, ПК-1-В1)**

1. Средняя наработка до первого отказа ТС равна 640 часов. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Рассчитать вероятность безотказной работы ТС, в течение  $t=120$  часов, интенсивность и частоту отказов для момента времени 120 ч.
2. Время работы системы подчинено усеченному нормальному распределению с параметрами  $m=8000$  ч и  $\sigma=1000$  ч. Определить вероятность безотказной работы для  $t=8000$  ч, плотность распределения наработки до отказа для  $t=6000$  ч, интенсивность отказов для  $t=10000$  ч и среднюю наработку до первого отказа.
3. За наблюдаемый период эксплуатации в системе было зарегистрировано 6 отказов. Известно время восстановления после каждого из них:  $t_{B1}=15$  мин.,  $t_{B2}=20$  мин.,  $t_{B3}=10$  мин.,  $t_{B4}=28$  мин.,  $t_{B5}=22$  мин.,  $t_{B6}=30$  мин. Определить статистическую оценку среднего времени восстановления системы.
4. Нарботка системы до отказа описывается нормальным распределением с параметрами  $m=400$  ч и  $\sigma=1000$  ч. Определить вероятность безотказной работы, плотность распределения наработки до отказа, интенсивность отказов для  $t_1=2000$  ч и среднюю наработку до отказа.
5. Нарботка ТС до отказа имеет распределение Вейбулла с параметрами  $b=2$ ,  $a=2000$  ч и  $c=800$ . Найти  $P(t)$  и  $\lambda(t)$  при 1200 ч.
6. Построить структурную надежность схему, используя дерево событий, представленное на рис. 1.

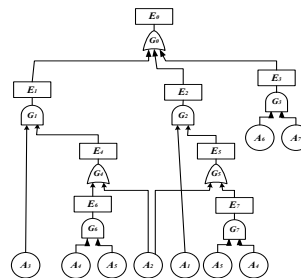


Рис. 1

7. Для восстанавливаемой системы с НФС, показанной на рис. 2, известны показатели надежности элементов:

$$\lambda_1 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}; \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_7 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}; \lambda_4 = \lambda_5 = \lambda_6 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1};$$

$$\lambda_8 = \lambda_9 = \lambda_{10} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}; \mu_1 = \dots = \mu_{10} = 1 \text{ ч}^{-1}.$$

Рассчитать вероятность безотказной работы, среднюю наработку на отказ и коэффициент готовности системы при  $t=1000$  ч.

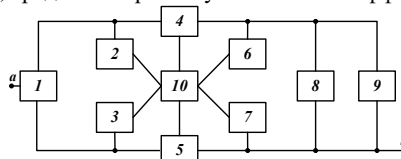


Рис. 2

8. Техническая система  $S$  – вычислительный центр (ВЦ), состоящий из трех ЭВМ: 1, 2, 3. Каждая из ЭВМ выходит из строя (отказывает) независимо от других. Поток отказов ЭВМ – пуассоновские с переменными интенсивностями, равными  $\lambda_1(t), \lambda_2(t), \lambda_3(t)$ . После отказа каждая ЭВМ восстанавливается; потоки восстановлений – пуассоновские с интенсивностями  $\mu_1(t), \mu_2(t), \mu_3(t)$  потоки восстановлений тоже независимы. Рассматриваются следующие состояния системы:

$S_1$  – все ЭВМ исправны;

$S_2$  – ЭВМ 1 отказала, ЭВМ 2 и ЭВМ 3 исправны;

$S_3$  – ЭВМ 2 отказала, ЭВМ 1 и ЭВМ 3 исправны;

$S_4$  – ЭВМ 3 отказала, ЭВМ 1 и ЭВМ 2 исправны;

$S_5$  – ЭВМ 1 и ЭВМ 2 отказали, а ЭВМ 3 исправна;

$S_6$  – ЭВМ 1 и ЭВМ 3 отказали, а ЭВМ 2 исправна;

$S_7$  – ЭВМ 2 и ЭВМ 3 отказали, а ЭВМ 1 исправна;

$S_8$  – все три ЭВМ отказали.

Построить размеченный граф состояний ВЦ. Составить уравнения Колмогорова для вероятностей состояний  $p_1(t), \dots, p_8(t)$ . Записать нормировочное условие, позволяющее указать, при каких начальных условиях надо решать эту систему дифференциальных уравнений, если известно, что в начальный момент  $t=0$  все ЭВМ исправны.

9. Определить вероятность безотказной работы системы, НФС которой приведена на рис. 3, с помощью логико-вероятностного метода, рассматривая систему как невосстанавливаемую. Все элементы системы равнонадежны, т.е.  $p_i=0,9$ .

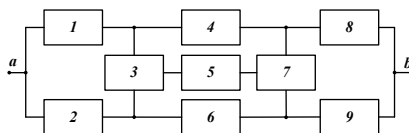


Рис. 3

10. Определить вероятность отказа системы, НФС которой представлена на рис. 4, с помощью метода разложения относительно особого элемента.

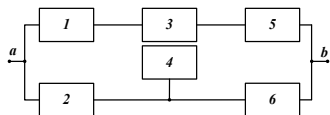


Рис. 4

11. Определить среднюю наработку до отказа системы, НФС которой приведена на рис. 5, с помощью метода минимальных путей и сечений. Все элементы системы равнонадежны, т.е.  $p_i=0,9$ .

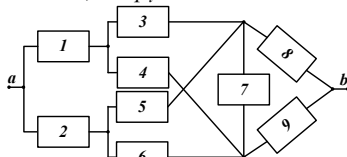


Рис. 5

12. Определить вероятность безотказной работы системы, НФС которой представлена на рис. 6. Все элементы системы равнонадежны, т.е.  $p_1=p_2=\dots=p_9=0,9$ .

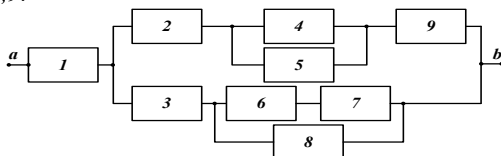


Рис. 6

13. Определить число элементов, которое необходимо поставить на испытания по плану  $[NUN]$ , с тем чтобы обеспечить ширину доверительного интервала для  $T_1$  (точность результата испытаний) не больше 10% от предполагаемого  $T_1$ , равного 1500 часов при достоверности результата не менее 0,93.

14. Определить доверительный интервал для  $T_0$  при доверительной вероятности 0,95, если результаты испытаний по плану  $[NRT]$  следующие:  $N=3$ ;  $T=100$  ч;  $t_p=200$  ч; число отказов  $n=4$ .

15. Определить двухсторонний доверительный интервал для коэффициента готовности при доверительной вероятности 0,96 при условии, что  $T_0=50$  ч,  $T=1$  ч (время восстановления), число восстановлений 5.

16. Построить график контрольных испытаний, основанный на последовательном анализе, если известно:

- риск поставщика  $a = 0,15$ ;
- риск потребителя (заказчика)  $b = 0,25$ ;
- верхний уровень наработки на отказ, который может обеспечить поставщик  $T_B=250$  ч.;
- нижний предельный уровень, который ещё не соответствует требованиям заказчика  $T_H=225$  ч.

Принять решение для рабочих точек:

A:  $m = 30$ ;  $t = 6000$  ч.

B:  $m = 45$ ;  $t = 14000$  ч.

C:  $m = 4$ ;  $t = 100000$  ч.

17. Построить график контрольных испытаний, основанный на последовательном анализе, если известно:

- риск поставщика  $a = 0,1$ ;
- риск потребителя (заказчика)  $b = 0,2$ ;
- верхний уровень наработки на отказ, который может обеспечить поставщик  $T_B=260$  ч.;
- нижний предельный уровень, который ещё не соответствует требованиям заказчика  $T_H=240$  ч.

Принять решение для рабочих точек:

A:  $m = 25$ ;  $t = 6500$  ч.

B:  $m = 50$ ;  $t = 15000$  ч.

C:  $m = 7$ ;  $t = 110000$  ч.

18. Определить вероятность безотказной работы  $P_C(t)$  схемы, представленной на рис. 7 с использованием метода разложения относительно особого элемента. Элементы системы будем считать равнонадежными, т.е.  $p_1=p_2=\dots=p_8=0,9$ .

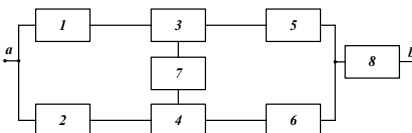


Рис. 7

19. Определить вероятность безотказной работы системы  $P_C(t)$ , структурная схема которой представлена на рис. 8, с помощью метода минимальных путей и сечений. Элементы системы будем считать равнонадежными, т.е.  $p_1=p_2=\dots=p_8=0,9$ .

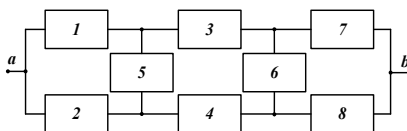


Рис. 8

20. Определить вероятность безотказной работы системы  $P_C(t)$ , структурная схема которой представлена на рис. 8, с помощью логико-вероятностного метода. Элементы системы будем считать равнонадежными, т.е.  $p_1=p_2=\dots=p_8=0,9$ .

21. Рассматривается следующий процесс: система представляет собой техническое устройство, которое осматривается в определенные моменты времени (через сутки), и ее состояние регистрируется в отчетной ведомости. Каждый осмотр с регистрацией представляет собой «шаг» процесса. Возможные состояния ТУ следующие:

- 1 – полностью исправно;
- 2 – частично неисправно, требует наладки;
- 3 – обнаружена серьезная неисправность, требует ремонта;
- 4 – признано непригодным, списано.

Допустим, что как наладка, так и ремонт продолжаются менее суток и после их выполнения ТУ возвращается в состояние 1 или списывается.

Построить размеченный граф состояний технического устройства.

22. Размеченный граф состояний системы имеет вид, показанный на рис. 9. Написать уравнения Колмогорова для вероятностей состояний и указать, при каких начальных условиях их нужно решать, если в начальный момент система S с вероятностью 1/2 находится в состоянии 1 и с вероятностью 1/2 - в состоянии 2.

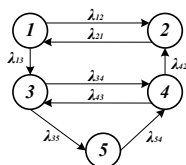


Рис. 9

23. Структурная схема для расчета надежности системы представлена на рис. 10. Время безотказной работы всех элементов системы подчинено экспоненциальному закону распределения. Известны вероятности безотказной работы всех элементов системы:

$$P_{II}(t) = p_1(t) = p_2(t) = p_3(t) = p_5(t) = p_6(t) = p_7(t) = p_8(t) = 0,9; p_4(t) = 0,97.$$

Требуется определить вероятность безотказной работы системы.

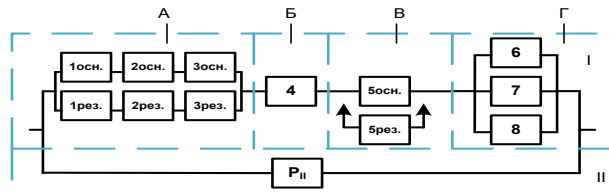


Рис. 10 - Структурная схема для расчета надежности системы к задаче 23

24. Система состоит из трех параллельно работающих однотипных элементов, вероятностью отказа каждого из них  $q_i(t)=0,1$ . Два элемента являются основными, а один - резервный. Оценить выигрыш структурного резервирования.

25. Система состоит из 8 равнонадежных элементов, среднее время безотказной работы каждого из них 10000 часов. Справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов системы. Основная и резервная системы равнонадежны. Найти вероятность безотказной работы системы, среднюю наработку до отказа, частоту и интенсивность отказов в момент времени  $t=100$  часов в следующих случаях:

1. Нерезервированной системы.
2. Дублированной системы при включении резерва по способу замещения (ненагруженный резерв).
26. Техническое средство имеет интенсивность отказов  $0,4 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$ . Его дублирует такое же ТС, находящееся до отказа основного ТС в режиме ожидания (ненагруженный резерв). В этом режиме интенсивность отказов ТС  $0,06 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$ . Требуется вычислить вероятность безотказной работы ТС в течение времени 900 часов, а также среднюю наработку до отказа, частоту и интенсивность отказов.
27. Схема расчета надежности приведена на рис. 11. Интенсивности отказов элементов:

Требуется определить вероятность безотказной работы и частоту отказов резервированной системы для  $t=1000$  часов.

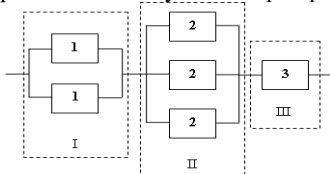


Рис. 11

## 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

В процессе изучения дисциплины «Оценка надежности средств энергообеспечения» в семестре 3 обучающийся должен выполнить и защитить:

1. Домашнее задание 1 (УК-3-31, УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-31, ПК-1-В1).

Тема: Оценка показателей надежности сложно-структурированных систем с использованием различных методов (по вариантам) [Л 3.5].

2. Домашнее задание 2 (УК-3-31, УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-31).

Тема: Оценка эффективности структурного резервирования (по вариантам) [Л 3.5].

3. Устный опрос по материалам лекционных и практических занятий, а также самостоятельной работы студентов (УК-3-31, УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-У2, ПК-1-В1).

4. Тестовые вопросы и задания по всем темам всех разделов изучаемой дисциплины (УК-3-31, УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-У2, ПК-1-В1) [Л 3.3].

### Примерный перечень тестовых вопросов и заданий (текущий контроль успеваемости)

#### **Раздел 1. Общие сведения по теории надежности (УК-3-31, УК-3-У1, УК-3-В1)**

1. Для какого из состояний системы (элемента) справедливо следующее определение: «Состояние системы (элемента), при котором значения параметров, характеризующих способность системы (элемента) выполнять заданные функции, находятся в пределах, установленных нормативно-технической или конструкторской документации»?

- а) исправное
- б) предельное
- в) работоспособное
- г) неработоспособное

2. Какое событие заключается в переходе системы из неработоспособного состояния в работоспособное?

- а) отказ
- б) повреждение
- в) восстановление
- г) сбой

3. Для какого из свойств, составляющих надежность СЭ, справедливо следующее определение: «Свойство системы сохранять работоспособность до наступления предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов»?

- а) долговечность
- б) безотказность
- в) ремонтопригодность
- г) живучесть

4. Для какого из свойств СЭ справедливо следующее определение: «Свойство систем сохранять работоспособность (полностью или частично) в условиях неблагоприятных воздействий, не предусмотренных нормальными условиями эксплуатации»?

- а) живучесть
- б) эффективность
- в) надежность
- г) отказоустойчивость

5. Статистическое определение какого показателя надежности представляет данная зависимость?

$$\sum_{i=1}^N (n_i(t + \Delta t) - n_i(t)) / N \cdot \Delta t$$

- а) интенсивность отказов
- б) средняя наработка до отказа
- в) параметр потока отказов
- г) средняя наработка на отказ

#### **Раздел 2. Особенности оценки надежности СЭ (УК-3-31, УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-31, ПК-1-В1)**

6. Пусть испытывалось 100 одинаковых невосстанавливаемых систем в течение 100 часов. За время испытаний отказали 2 системы. Определить вероятность безотказной работы для  $t=100$  ч.

- а) 0,02
- б) 0,2
- в) 0,98
- г) 0,098

7. Для какого показателя надежности справедливо следующее определение: «Отношение математического ожидания интервалов времени пребывания системы в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к сумме математических ожиданий интервалов времени пребывания системы в работоспособном состоянии и состояниях простоев, обусловленных техническим обслуживанием, и ремонтов за тот же период эксплуатации»?

- а) коэффициент оперативной готовности
- б) коэффициент готовности
- в) коэффициент технического использования
- г) коэффициент сохранения эффективности

8. Какие из перечисленных показателей надежности относятся к показателям безотказности невосстанавливаемых систем?

- а) интенсивность отказов
- б) средняя наработка до отказа
- в) средняя наработка на отказ

г) параметр потока отказов

9. Какие из перечисленных дестабилизирующих факторов, влияющих на надежность ПС относятся к внутренним?

а) сбои и отказы в аппаратуре вычислительных средств

б) ошибки оперативного и обслуживающего персонала в процессе эксплуатации ПС

в) недостаточная эффективность используемых методов и средств оперативной защиты программ и данных от сбоев и отказов

10. К какой группе факторов, влияющих на надежность КТС, относится следующий фактор: «Обеспечение качества и контроль монтажа и наладки оборудования систем»?

а) конструктивные

б) производственные

в) эксплуатационные

г) организационные

### **Раздел 3. Методы повышения надежности СЭ (УК-3-31, УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-31)**

11. Для какого из перечисленных терминов справедливо следующее определение: «Способ повышения надёжности, при котором системе в процессе функционирования предоставляется возможность израсходовать некоторое время, называемое резервным, для восстановления технических характеристик»?

а) избыточность

б) структурное резервирование

в) временное резервирование

г) функциональное резервирование

12. Для какого режима работы резервных элементов характерно следующее соотношение  $\lambda_{PEZ} = \lambda_{OCH}$  ?

а) ненагруженный

б) нагруженный

в) облегченный

г) холодный

13. Какие из перечисленных показателей надежности можно использовать для оценки безотказности непрерывных функций?

а)  $\theta$

б)  $\omega$

в)  $\tau$

г)  $R_6$

д)  $R_C$

е)  $P(t_i)$

ж)  $\tau_e$

з)  $K_T$

и)  $K_{OT}(t)$

14. Для системы, состоящей из четырех последовательно соединенных равнонадежных элементов с  $q=0,1$ , осуществляется общее резервирование с кратностью 1. Определить вероятность отказа резервированной системы.

15. Определить вероятность отказа системы с резервированием, НФС которой представлена на рис. Все элементы системы равнонадежны, т.е.  $p_1=p_2=\dots=p_8=0,9$ .



### **Раздел 4. Контроль и техническая диагностика СЭ (УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-31, ПК-1-В1)**

16. Какой из перечисленных видов контроля СЭ основан на наблюдениях побочных и/или сопутствующих признаков, которые могут быть использованы для определения или прогнозирования технического состояния СЭ?

а) прямой контроль

б) косвенный контроль

в) последовательный контроль

г) параллельный контроль

17. Какому из перечисленных видов контроля СЭ соответствует следующее определение: «Контроль определяет причину неисправности (отказа) СЭ, если она находится в неисправном (неработоспособном) состоянии»?

а) контроль работоспособности

б) диагностический контроль

в) прогнозирующий контроль

18. Какой из перечисленных видов контроля СЭ основан на том, что существуют вполне определенные соотношения между результатами операций над числами и результатами таких же операций над остатками от деления чисел на некоторый делитель?

а) аппаратно-микропрограммный контроль

б) числовой контроль по модулю

в) кодовый контроль по модулю

### **Раздел 5. Оценка надежности СЭ по результатам испытаний (УК-3-31, УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-В1)**

19. Какие из перечисленных планов испытаний дают возможность полностью определить эмпирическую функцию распределения исследуемой случайной величины?

а)  $[NRr]$

б)  $[NUN]$

в)  $[NUT]$

г)  $[NRT]$

20. К какой группе работ по испытанию надежности в условиях эксплуатации СЭ относится «классификация и кодирование

отказов»?

- а) работы, предшествующие сбору информации
- б) работы, проводимые во время сбора информации
- в) предварительная обработка информации
- г) окончательная обработка информации

21. К какому разделу программы испытаний на надежность СЭ относится «Имеющиеся ограничения в условиях проведения испытаний»?

- а) условия и порядок проведения испытаний
- б) объем испытаний
- в) отчетность
- г) общие положения

22. Результатом проведения каких испытаний является проверка соответствия фактических значений показателей надежности требованиям стандартов?

- а) контрольные
- б) определительные
- в) исследовательские

23. Какие испытания СЭ заключаются в сборе и обработке информации о поведении СЭ и их элементов и о воздействии внешней среды при опытной и (или) промышленной эксплуатации СЭ совместно с действующим технологическим объектом управления?

- а) определительные
- б) лабораторные
- в) эксплуатационные
- г) контрольные

#### **Раздел 6. Обеспечение требуемой надежности СЭ при эксплуатации (УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-31, ПК-1-У2, ПК-1-В1)**

24. Выбор стратегии технического обслуживания СЭ не зависит от следующих факторов:

- а) от квалификации обслуживающего и ремонтного персонала
- б) от преобладающего вида отказов
- в) от глубины восстановления при обслуживании
- г) от квалификации обслуживающего персонала

25. Какой из ниже перечисленных видов ТОиР экономически целесообразен, если затраты на замену оборудования меньше, чем затраты на ТОиР?

- а) корректирующее ТО
- б) ППО
- в) АВР
- г) ОФС

26. К показателям достаточности запаса не относятся:

- а) коэффициент обеспеченности запасом
- б) минимум эксплуатационных расходов
- в) коэффициент готовности

27. Номограмма  $\ln Q(t)/\mu = f(kw/\mu)$  используется для:

- а) определения числа восстанавливаемых запасных частей при периодическом пополнении по вероятностным критериям
- б) определения числа восстанавливаемых запасных частей по вероятностным критериям
- в) определения числа восстанавливаемых запасных частей при периодическом пополнении по экономическим критериям

28. Какому из перечисленных комплектов ЗИП соответствует следующая особенность: «Поставляется эксплуатационникам вместе с устройством и для каждого типа устройств имеет фиксированный состав по номенклатуре и числу запасных элементов»?

- а) ЗИП переменного состава
- б) ЗИП-Г
- в) ЗИП постоянного состава

#### **Комплект вопросов для проведения устного опроса обучающихся по материалам лекционных и практических занятий, а также самостоятельной работы студентов (текущий контроль успеваемости)**

##### **РАЗДЕЛ 1. Общие сведения по теории надежности (УК-3-31, УК-3-У1, УК-3-В1)**

1. Перечислите в соответствии с иерархией элементы конфигурации аппаратной части СЭ.

2. Перечислите отличительные особенности современных СЭ, которые необходимо учитывать при решении задач оценки надежности.

3. Перечислите основные состояния, в которых может находиться автоматизированная система в процессе эксплуатации.

4. Поясните, что общего и в чем различия между "исправным" и "работоспособным" состояниями? Приведите примеры.

5. При каких условиях наступает предельное состояние СЭ?

6. По каким критериям СЭ можно отнести к восстанавливаемым объектам?

7. Назовите события, посредством которых СЭ может переходить из одного состояния в другое.

8. Дайте определение понятия «надежность и безопасность СЭ» и его составляющих.

9. Перечислите и дайте определение основных и дополнительных свойств надежности и безопасности СЭ?

10. Назовите факторы, являющимися случайными (преднамеренными) вмешательствами в нормальный процесс функционирования СЭ.

11. Назовите виды нарушения работоспособности СЭ.

12. Перечислите основные признаки классификации отказов.

13. Что понимают под критериями отказа? Приведите примеры.

14. По каким критериям выбирают состав рассчитываемых показателей надежности восстанавливаемых систем?

15. Поясните смысл следующих случайных величин: "наработка до отказа", "наработка на отказ", "наработка между отказами".

- Каковы единицы ее измерения? Для оценки надежности каких систем, согласно их классификации, применяют вышеперечисленные случайные величины?
16. Назовите основные показатели безотказности восстанавливаемых систем и поясните в чем отличие статистических оценок от вероятностной формы их представления?
17. Дайте определение плотности распределения наработки до отказа и поясните ее смысл при оценке надежности СЭ.
18. Дайте определение интенсивности отказов и поясните ее смысл при оценке надежности СЭ.
19. Изобразите примерный график изменения интенсивности отказов для:
20. а) программного обеспечения СЭ;
21. б) аппаратного обеспечения СЭ.
22. Назовите области практического применения основных законов распределения наработки до отказа.
23. При каких условиях корректно использовать классическое нормальное распределение, и в каких случаях целесообразно применять усеченные нормальные распределения?
24. Как связаны числовые характеристики наработки до отказа с интенсивностью отказов при экспоненциальном законе распределения времени безотказной работы?
25. Введите понятие "поток отказов" и назовите способы задания потока отказов при решении задач оценки надежности СЭ.
26. Какими свойствами обладает простейший поток отказов? Поясните.
27. Назовите причины распространенного применения стационарного пуассоновского потока отказов при решении задач оценки надежности современных СЭ.
28. По каким признакам выделены группы показателей надежности восстанавливаемых систем?
29. От чего зависит выбор состава показателей безотказности при оценке надежности восстанавливаемых систем? Назовите эти показатели.
30. Введите понятие "альтернирующий процесс восстановления".
31. Перечислите состав показателей ремонтпригодности, приведите их вероятностные и статистические определения.
32. Перечислите состав комплексных показателей надежности. В чем отличие коэффициентов готовности и оперативной готовности восстанавливаемых систем?
33. Что такое "срок службы системы" и с помощью каких количественных характеристик его можно определить?
34. В чем отличие срока службы системы от ее ресурса?
35. С помощью каких характеристик, показателей и методик можно оценить взаимосвязь между надежностью и эффективностью СЭ?
36. Что отражают экономические и технологические показатели эффективности?
- РАЗДЕЛ 2. Особенности оценки надежности СЭ (УК-3-31, УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-31, ПК-1-В1)**
1. Назовите способы декомпозиции СЭ при решении задач надёжности. Каковы критерии выбора способа декомпозиции?
2. По каким признакам классифицируются отказы технических средств?
3. Назовите факторы, влияющие на надежность комплекса технических средств.
4. Перечислите основные этапы расчёта показателей надёжности СЭ.
5. Каковы принципы составления структурной схемы для расчёта надёжности?
6. Какие соединения в структурных надёжностных схемах принято называть основными? резервными?
7. Поясните суть классического метода расчёта надёжности систем. В каком случае можно использовать этот метод?
8. Поясните суть метода перебора состояний. В чем его преимущества и недостатки?
9. Что такое минимальный путь? минимальное сечение? От чего зависит количество и состав формируемых минимальных путей и сечений?
10. Почему с помощью метода минимальных путей и сечений можно оценить только граничные значения показателей надежности?
11. Какой элемент системы со сложной структурой выделяется в качестве особого?
12. Сформулируйте условия применимости ЛВМ для расчета надежности сложно-структурных систем.
13. Какие основные способы описания логических условий работоспособности систем используют в ЛВМ?
14. Что понимают под СДНФ и СКНФ?
15. Назовите основные правила перехода от функции работоспособности в алгебраической форме к вероятностной.
16. Каковую ФР называют бесповторной?
17. К каким процедурам сводится преобразование исходной повторной ФР в эквивалентную ей бесповторную по методу «треугольник – звезда»?
18. К каким процедурам сводится преобразование исходной повторной ФР в эквивалентную ей бесповторную для метода алгоритма разрезания?
19. Какой процесс называется Марковским?
20. При каких условиях Марковские процессы с дискретным временем могут быть использованы для анализа надежности СЭ?
21. Какие характеристики надежности могут быть рассчитаны с использованием матрицы переходов?
22. Что называется ориентированным графом состояний?
23. Какой процесс называется процессом гибели и размножения?
24. Какое условие должно выполняться для Марковского процесса с дискретными состояниями и дискретным временем?
25. Какова основная задача исследования Марковских цепей?
26. Что называется переходными вероятностями?
27. Какова методика определения вероятностей задержки системы в определенном состоянии?
28. Какая цепь Маркова называется однородной?
29. Какова методика нахождения распределения вероятностей состояний системы?
30. При каких условиях Марковские процессы с непрерывным временем могут быть использованы для анализа надежности систем?
31. Какое условие должно выполняться для Марковского процесса с непрерывным временем?
32. Сформулируйте понятие «вероятностный процесс» и приведите примеры вероятностных процессов в СЭ.
33. Изложите порядок определения вероятностей состояний Марковского процесса с непрерывным временем по заданным

интенсивностям переходов.

34. Сформулируйте условия применимости ЛВМ для расчета надежности сложно - структурных систем.
35. Чем различаются методики аналитической оценки ПН для восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем при использовании ЛВМ?
36. Как с помощью ЛВМ по известным  $\lambda$ - и  $\mu$ - характеристикам элементов рассчитать коэффициент готовности системы?
37. Перечислите основные достоинства и недостатки ЛВМ.
38. Назовите отличительные особенности современного программного обеспечения от традиционных технических систем, существенные при решении задач оценки надежности.
39. Почему поток ошибок/отказов программного обеспечения является нестационарным?
40. Назовите причины, приводящие к возникновению ошибок программного обеспечения на этапе его создания.
41. Почему на этапе тестирования программного обеспечения априори невозможно устранить все ошибки?
42. Какие подходы существуют к выбору состава показателей надежности современного программного обеспечения?
43. Перечислите свойства программного обеспечения, составляющие понятие "надежность ПО".
44. Какие виды нарушения работоспособности характерны для современных программных средств?
45. Как классифицируются отказы программного обеспечения?
46. Перечислите разновидности ошибок программного обеспечения и причины их возникновения.
47. Перечислите регламентируемые характеристики качества и надежности современных программных средств.
48. На каких допущениях основана модель Шумана?
49. При наличии какой статистической информации целесообразно применять для оценки надежности ПО модель Шумана?
- модель Нельсона?
50. В чем особенности оценки надежности ПО на ранних стадиях проектирования?
51. Назовите существенные особенности человека-оператора, которые необходимо учитывать в задачах оценки надежности.
52. Какова роль оперативного персонала в реализации функций СЭ?
53. Перечислите известные категории операторов.
54. Что подразумевается под надежностью человека-оператора, и из каких свойств она состоит?
55. Как классифицируются отказы человека-оператора?
56. Как классифицируются ошибки человека-оператора?
57. Перечислите состав показателей безошибочности человека-оператора.
58. По каким признакам классифицируются функции автоматизированных систем при решении задач надежности?
59. Как классифицируются отказы функций автоматизированных систем?
60. Назовите состав показателей безотказности и ремонтпригодности дискретных функций автоматизированных систем.
61. Назовите состав показателей безотказности и ремонтпригодности непрерывных функций автоматизированных систем.

### **РАЗДЕЛ 3. Методы повышения надежности СЭ (УК-3-31, УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-31)**

1. В чем особенность классификации методов повышения надежности СЭ?
2. Какие факторы влияют на эксплуатационную надежность СЭ?
3. От чего зависит время обнаружения дефектных элементов при эксплуатации СЭ?
4. В чем заключается сущность активного воздействия эксплуатационных мероприятий по повышению надежности?
5. Что общего и в чем отличие между терминами "резервирование" и "избыточность"?
6. Почему резервирование является самым эффективным и распространенным способом повышения надежности СЭ?
7. Охарактеризуйте свойства структурного резервирования.
8. В чем отличие резервированной группы от резервных элементов?
9. Сколько резервированных групп в системе с общим резервированием? раздельным резервированием? групповым резервированием?
10. Назовите известные показатели эффективности структурного резервирования.
11. Назовите известные источники резервного времени.
12. Как классифицируются отказы систем с временным резервом?
13. В чем отличие кратности временного резервирования от кратности структурного резервирования?
14. Особенности построения структурных схем систем с временным резервом при наличии накопителей продукции?

### **РАЗДЕЛ 4. Контроль и техническая диагностика СЭ (УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-31, ПК-1-В1)**

1. Назовите цели и задачи технической диагностики СЭ.
2. Что понимается под технической диагностикой современных СЭ?
3. Перечислите состав задач технического диагностирования, нормированных ГОСТ.
4. Опишите взаимосвязь основных и второстепенных задач диагностики.
5. Почему мониторинг технического состояния СЭ можно рассматривать как обратную связь в системе управления надежностью?
6. В чем отличие задач мониторинга от задач диагностики?
7. Почему задачи мониторинга относят к группе задач идентификации?
8. С какой целью необходимо осуществлять непрерывный контроль технического состояния СЭ в процессе их эксплуатации?
9. Перечислите виды контроля технического состояния СЭ.
10. В чем отличие контроля работоспособности от контроля диагностического?
11. С какой целью и с какой периодичностью необходимо проводить прогнозирующий контроль?
12. Назовите особенности проведения тестового контроля.
13. Назовите виды аппаратного контроля.
14. С какой целью проводится числовой контроль по модулю?
15. В чем отличие числового контроля по модулю от кодового контроля по модулю?
16. Представьте схему реализации мажоритарного контроля. С применением какого способа структурного резервирования он сопряжен?
17. Назовите достоинства и недостатки аппаратного контроля по сравнению с программным.
18. Перечислите основные принципы проектирования систем контроля СЭ.

**РАЗДЕЛ 5. Оценка надежности СЭ по результатам испытаний (УК-3-31, УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-31, ПК-1-У1, ПК-1-В1)**

1. Назовите цель определительных испытаний.
2. Какие существуют планы испытаний?
3. Что даст замена плана [NUN] на [NUR], [NUR] на [NUT], [NRT] на [NMT]?
4. Какие можно предложить планы для сокращения времени испытания?
5. Как скажется уменьшение выборки на достоверности и точности испытаний?
6. Как изменится достоверность испытаний, если при тех же требованиях к точности увеличить объем выборки?
7. Чем вызвана необходимость в интервальных оценках ПН вместо точечных?
8. Что такое уровень значимости?
9. Назовите особенности статистической обработки ограниченного объема полученного ряда времен работы до отказа.
10. Чем необходимо руководствоваться при выдвижении гипотезы о справедливости того или иного закона распределения?
11. Когда применяют контрольные испытания на надежность?
12. Чем различаются основные методы контрольных испытаний?
13. Преимущества метода последовательного анализа перед методом одноступенчатого контроля.
14. Проведите сравнительную характеристику методов последовательного и усеченного последовательного контроля.
15. Что учитывают ошибки первого и второго рода?
16. Для чего вводятся оценочные нормативы?
17. Что такое отношение правдоподобия?
18. Каковы основные этапы метода последовательного анализа?
19. Что такое, план последовательного контроля и как он строится?
20. Назовите различия в организации испытаний по методу последовательного анализа при контроле по длительности испытаний и числу дефектных изделий.

21. При каких условиях последовательные испытания должны продолжаться?

**РАЗДЕЛ 6. Обеспечение требуемой надежности СЭ при эксплуатации (УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-31, ПК-1-У2, ПК-1-В1)**

1. Укажите метод определения численности эксплуатационного персонала.
2. Расшифруйте термин «комплект ЗИП».
3. Назовите классификацию ЗИП.
4. Что общего и в чем различие между применением комплекта ЗИП и резервированием?
5. Какие показатели достаточности ЗИП используются в практических задачах?
6. Какова методика расчета невосстанавливаемого ЗИП?
7. Перечислите состав задач по обеспечению эксплуатации современных СЭ. Силами какого персонала эти задачи решаются?
8. Как распределяются задачи по обеспечению эксплуатации СЭ между эксплуатационным и ремонтным персоналом?
9. Схема организации восстановления отказавших технических средств.
10. Кем определяется состав и номенклатура переменного комплекта ЗИП? Постоянного комплекта ЗИП?
11. Опишите плановую стратегию пополнения запаса при случайном запаздывании моментов поступления заказа.
12. Как осуществляется расчет числа невосстанавливаемых запасных частей с периодическим пополнением по вероятности достаточности?
13. Как осуществляется расчет количества невосстанавливаемых запасных частей по экономическим критериям?
14. Как осуществляется расчет количества восстанавливаемых запасных частей по вероятности достаточности?
15. Каковы цели проведения технического обслуживания систем автоматизации в процессе эксплуатации?
16. Как классифицируются работы по техническому обслуживанию действующих СЭ?
17. От каких факторов зависит выбор стратегии технического обслуживания?
18. Как определяются параметры технического обслуживания при явных отказах?
19. Как определяются параметры технического обслуживания при неявных отказах?
20. Назовите преимущества стратегии обслуживания по фактическому состоянию по сравнению с другими существующими стратегиями.

**Комплект вопросов для защиты домашних заданий  
(текущий контроль успеваемости)****Домашнее задание 1 (УК-3-31, УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-31, ПК-1-В1)**

1. Перечислите основные состояния, в которых может находиться система.
2. Что понимают под отказом системы?
3. Дайте определение понятия «надежность» и его составляющих.
4. По каким признакам выделены группы ПН? Перечислите их.
5. Назовите основные показатели безотказности (ремонтпригодности, долговечности, комплексные ПН).
6. Запишите основные расчетные соотношения, связывающие между собой показатели безотказности в общем случае.
7. Назовите области применения основных законов распределения наработки до отказа.
8. Дайте вероятностные и статистические определения показателей надежности невосстанавливаемых систем.
9. В чем отличие коэффициентов готовности и оперативной готовности невосстанавливаемых систем?
10. Какой элемент системы со сложной структурой выделяется в качестве особого?
11. Почему методы минимальных путей и сечений дают оценки надежности соответственно сверху и снизу?
12. Структурные схемы какого вида принято называть основным соединением элементов?
13. Назовите способы расчета показателей надежности системы через известные показатели надежности ее элементов при резервном соединении элементов.
14. В чем недостаток метода перебора состояний?
15. Что такое минимальный путь?
16. Что такое минимальное сечение?
17. Когда можно использовать классический метод расчета надежности?
18. Сформулируйте условия применимости ЛВМ для расчета надежности сложно-структурных систем.

19. Какие основные способы описания логических условий работоспособности систем используют в ЛВМ?
20. Что понимают под СДНФ и СКНФ?
21. Назовите основные правила перехода от ФАЛ к ВФ.
22. Какую ФАЛ называют бесповторной?
23. К каким процедурам сводится преобразование исходной повторной ФАЛ в эквивалентную ей бесповторную по методу «треугольник – звезда»?
24. К каким процедурам сводится преобразование исходной повторной ФАЛ в эквивалентную ей бесповторную для метода алгоритма разрезания?
25. Чем различаются методики аналитической оценки ПН для восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем при использовании ЛВМ?
26. Как с помощью ЛВМ по известным  $\lambda$  - и  $\mu$  - характеристикам элементов рассчитать ПН  $K_F$  и  $K_C$  системы?
27. В каких случаях показатель  $K_{FC}$  рассчитывают, используя повторную или бесповторную форму ФАЛ?
28. Перечислите основные достоинства и недостатки ЛВМ.

#### **Домашнее задание 2 (УК-3-31, УК-3-У1, УК-3-В1, ПК-1-31)**

1. В чем особенность классификации методов повышения надежности СЭ?
2. Какие факторы влияют на эксплуатационную надежность СЭ?
3. От чего зависит время обнаружения дефектных элементов при эксплуатации СЭ?
4. В чем заключается сущность активного воздействия эксплуатационных мероприятий по повышению надежности?
5. Что общего и в чем отличие между терминами "резервирование" и "избыточность"?
6. Почему резервирование является самым эффективным и распространенным способом повышения надежности СЭ?
7. Охарактеризуйте свойства структурного резервирования.
8. В чем отличие резервированной группы от резервных элементов?
9. Сколько резервированных групп в системе с общим резервированием? раздельным резервированием? групповым резервированием?
10. Назовите известные показатели эффективности структурного резервирования.
11. известные источники резервного времени.
12. Как классифицируются отказы систем с временным резервом?
13. В чем отличие кратности временного резервирования от кратности структурного резервирования?
14. Особенности построения структурных схем систем с временным резервом при наличии накопителей продукции?

#### **5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Экзаменационный билет включает в себя фундаментальный теоретический вопрос и прикладной теоретический вопрос из установленного перечня контрольных вопросов, используемых при формировании экзаменационных билетов при оценке знаний обучающихся на экзамене по темам, изложенным в разделах 1-6 данной РПД, а также практическое задание из установленного перечня контрольных практических заданий, используемых при формировании экзаменационных билетов при оценке знаний обучающихся на экзамене по темам, изложенным в разделах 1, 2, 3, 5 данной РПД.

Пример экзаменационного билета:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. А.А.Угарова  
 (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения  
 высшего образования «Национальный исследовательский  
 технологический университет «МИСиС»  
 Кафедра «Автоматизированных и информационных систем управления»  
 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
 Профиль – Электропривод и автоматика  
 Дисциплина «Оценка надежности средств энергообеспечения»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Перечислите основные состояния и события, в которых может находиться система электроснабжения в процессе эксплуатации.

2. Какую информацию должны содержать первичные формы учёта при проведении испытаний СЭ?

3. Время работы системы электроснабжения подчинено усеченному нормальному распределению с параметрами  $m=8000$  ч и  $\sigma=1000$  ч. Определить вероятность безотказной работы для  $t=8000$  ч, плотность распределения наработки до отказа для  $t=6000$  ч, интенсивность отказов для  $t=10000$  ч и среднюю наработку до первого отказа.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ О.Н. Основина

Утверждено на заседании кафедры АИСУ

Протоколом № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2020 г.

Заведующий кафедрой АИСУ \_\_\_\_\_ А.И. Глушенко

Билеты в бумажном виде хранятся на кафедре АИСУ и утверждены ее заведующим (или заместителем зав. кафедрой).

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины**

№ п/п	Вид оценочного средства	Критерий	Оценка
1.	Тестирование по темам изучаемых разделов дисциплины	от 86% правильных ответов/ 86 – 100 баллов	«Отлично»
		до 85% правильных ответов/ 66 – 85 баллов	«Хорошо»
		до 65% правильных ответов/ 51 – 65 баллов	«Удовлетворительно»
		до 50% правильных ответов/ 0 – 50 баллов	«Неудовлетворительно»
2.	Выполнение и защита домашних заданий	Обучающийся самостоятельно выполняет полное и аргументированное решение индивидуальных заданий, не допустив ошибок. При защите заданий отвечает развернуто и исчерпывающе на все вопросы.	«Отлично»
		Обучающийся практически самостоятельно выполняет полное решение заданий, но не может аргументировать свое решение. При защите заданий допускает незначительные неточности.	«Хорошо»
		Обучающийся в целом правильно решает задание, но не может аргументировать свое решение. При защите заданий допускает значительные неточности. Обучающийся правильно понимает способ решения заданий, но допускает ошибки при их решении. Задание выполнено частично. При защите заданий допускает значительные неточности.	«Удовлетворительно»
		Обучающийся не может решить задание.	«Неудовлетворительно»
3.	Устный опрос по материалам лекционных и практических занятий, а также самостоятельной работы студентов	Обучающийся уверенно, логически связно, динамично, грамотно отвечает на поставленные вопросы. Демонстрирует абсолютное понимание темы обсуждаемой предметной области, достаточно полные знания в объеме прослушанного теоретического материала. Грамотно владеет и адекватно использует терминологию предметной области.	«Зачтено»

		Обучающийся не верно интерпретирует поставленные вопросы, не владеет терминологией предметной области, не понимает сущности обсуждаемой проблемы. Невнятно, невразумительно, неуверенно, неверно формулирует ответы на дополнительные и наводящие вопросы и/или не отвечает на них.	«Не зачтено»	
4.	Экзамен	<p>Компетенции УК-3, ПК-1 сформированы. Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- глубокие знания содержания изученной дисциплины во взаимосвязи с другими дисциплинами;</li> <li>- способность использовать теоретические знания при выполнении практических заданий;</li> <li>- аргументированные, исчерпывающие ответы на все вопросы по билету, а также дополнительные вопросы экзаменатора;</li> <li>- умение выполнять и обосновывать решение практических заданий высокого уровня сложности;</li> <li>- наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам;</li> <li>- свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.</li> </ul>	«Отлично»	
		<p>Компетенции УК-3, ПК-1 сформированы. Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание основных терминов по содержанию изученной дисциплины;</li> <li>- твердые знания теоретического материала;</li> <li>- умение дать четкие ответы на поставленные вопросы;</li> <li>- умение решать практические задания;</li> <li>- владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины. Допускаются незначительные неточности в ответах на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий.</li> </ul>	«Хорошо»	
		<p>Компетенции УК-3, ПК-1 сформированы. Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знания теоретического материала по изученной дисциплине;</li> <li>- неполные ответы на основные вопросы, допуская ошибки в ответе; недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</li> <li>- неточные ответы на дополнительные вопросы;</li> <li>- умение выполнять практические задания без грубых ошибок;</li> <li>- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины.</li> </ul>	«Удовлетворительно»	
		<p>Компетенции УК-3, ПК-1 не сформированы. Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- существенные пробелы в знаниях учебного материала;</li> <li>- принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствие знаний и понимания основных терминов и определений;</li> <li>- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета;</li> <li>- отсутствие навыка или существенные ошибки при выполнении практических заданий;</li> <li>- незнание литературы, рекомендованной программой дисциплины.</li> </ul>	«Неудовлетворительно»	

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1 Основная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	В. Ю. Шишмарёв	Надежность технических систем	ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/454286">https://urait.ru/bcode/454286</a>	Москва: Издательство Юрайт, 2020
Л 1.2	Б.М. Бржозовский, А.А. Игнатьев, В.В. Мартынов, А.Г. Схиртладзе	Диагностика и надежность автоматизированных систем	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	Старый Оскол: ООО "ТНТ", 2006
Л 1.3	Н.К. Полуянович	Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	СПб.: "Лань", 2016
6.1.2 Дополнительная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко	Основы теории надежности	ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/450484">https://urait.ru/bcode/450484</a>	Москва: Издательство Юрайт, 2020
Л 2.2	В.А. Острейковский	Теория надежности	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	М.: Высшая школа, 2008
Л 2.3	Н. А. Северцев	Теория надежности сложных систем в отработке и эксплуатации	ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/446791">https://urait.ru/bcode/446791</a>	Москва: Издательство Юрайт, 2020
Л 2.4	А.В. Гуськов, К.Е. Милевский	Надежность технических систем и техногенный риск	Университетская библиотека ONLINE URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=574734">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=574734</a>	Новосибирск: НГТУ, 2016
6.1.3 Методические разработки				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1	О.Н. Основина	Оценка надежности средств энергообеспечения. Учебное пособие	НТБ СТИ НИТУ МИСиС <a href="https://lms.misis.ru/enroll/3CM6GT">https://lms.misis.ru/enroll/3CM6GT</a>	Старый Оскол. СТИ НИТУ МИСиС - 2018
Л 3.2	О.Н. Основина	Оценка надежности средств энергообеспечения. методические указания к практическим занятиям	НТБ СТИ НИТУ МИСиС <a href="https://lms.misis.ru/enroll/3CM6GT">https://lms.misis.ru/enroll/3CM6GT</a>	Старый Оскол. СТИ НИТУ МИСиС - 2018
Л 3.3	О.Н. Основина	Диагностика и надежность автоматизированных систем. Тестовые задания	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	Старый Оскол. СТИ НИТУ МИСиС - 2014
Л 3.4	О.Н. Основина	Диагностика и надежность автоматизированных систем. Рабочая тетрадь для бакалавров	НТБ СТИ НИТУ МИСиС	Старый Оскол. СТИ НИТУ МИСиС - 2016
Л 3.5	О.Н. Основина	Оценка надежности средств энергообеспечения. Методическое	НТБ СТИ НИТУ МИСиС <a href="https://lms.misis.ru/enroll/3CM6GT">https://lms.misis.ru/enroll/3CM6GT</a>	Старый Оскол. СТИ НИТУ МИСиС - 2020

		пособие для выполнения домашних заданий		
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э. 1	<a href="http://irgups.ru">Курс: Основы теории надежности (irgups.ru)</a>			
<b>6.3. Перечень программного обеспечения</b>				
П. 1	Microsoft Windows			
П. 2	Microsoft office			
П. 3	7- Zip (свободно распространяемое программное обеспечение)			
П. 4	Kaspersky Endpoint Security			
П. 5	PTC Mathcad Express (свободно распространяемое программное обеспечение)			
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>				
И. 1	LMS Canvas (приказ НИТУ «МИСиС» № 387 о.в. от 05.06.2018 г. «О применении в учебном процессе ЭОР»)			
И. 2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>			
И. 3	Федеральный портал «Российское образование»: <a href="http://edu.ru">http://edu.ru</a>			
И. 4	Открытое образование: <a href="http://openedu.ru">http://openedu.ru</a>			
И. 5	Российская государственная библиотека: <a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>			
И. 6	Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»: <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>			
И. 7	Электронная библиотека НИТУ «МИСиС»: <a href="http://elibrary.misis.ru">http://elibrary.misis.ru</a>			

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>		
7.1	Аудитория № 318 «Лекционная аудитория»	Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: 1. Усилитель-распределитель. 2. Монитор. 3. Панель аудио. 4. Монитор планшетный. 5. Компьютер. 6. Настенный экран. 7. Микшерный пульт. 8. Мультимедиа проектор. 9. Усилитель звука. 10. Документ -камера. 11. Система видеоконференц связи. 12. Контроллер. 13. Коммутатор. 14. Звуковые колонки. 15. Вокальная радиосистема. 16. Комплект учебной мебели на 70 посадочных мест.
7.2	Аудитория № 417 «Лаборатория системного моделирования»	Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: 1. Персональный компьютер - 8 шт. 2. Доска. 3. Проектор - 1 шт. 4. Экран настенный. 5. Усилитель-распределитель. 6. Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест.
7.3	Аудитория № 306 «Кабинет для самостоятельной работы»	Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: 1. Проектор. 2. Доска. 3. Экран настенный. 4. Компьютер – 6 шт. 5. Комплект учебной мебели на 20 человек. В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>
<p>Для успешного освоения дисциплины "Оценка надежности средств энергообеспечения" в семестре 3 обучающемуся необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Посещать все виды занятий.</li> <li>2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы.</li> <li>3. Отчеты по практическим работам рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде.</li> <li>4. Активно работать с научными базами в сети Интернет.</li> <li>5. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.</li> </ol>

## **КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Оценка качества подготовки обучающихся проводится с целью контроля освоения обучающимися совокупности компетенций (частей компетенций) на этапе изучения данной дисциплины. Освоение компетенций (частей компетенций) характеризуются определенными знаниями, умениями и навыками, опытом профессиональной деятельности, которые оцениваются как в процессе изучения дисциплины (текущий контроль успеваемости), так и по завершении изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестаций обучающихся сформированы оценочные средства.

### **Текущий контроль успеваемости**

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине проводится в форме:

- устный опрос по материалам лекционных и практических занятий, а также самостоятельной работы студентов;
- тесты по всем темам всех разделов изучаемой дисциплины (<https://lms.misis.ru/enroll/LG7KWR>);
- домашнее задание 1 по темам 2.2 и 2.3 раздела 2, выполняемое обучающимися самостоятельно;
- домашнее задание 2 по темам 3.2 и 3.3 раздела 3, выполняемое обучающимися самостоятельно.

По результатам выполнения ДЗ1 и ДЗ2 обучающиеся оформляют отчеты (по ГОСТ 7.32–2017 Отчет о научно-исследовательской работе).

Структурными элементами отчета по ДЗ являются:

- титульный лист;
- содержание;
- номер варианта, формулировку задания и исходные данные;
- необходимые схемы (исходные и промежуточные);
- расчётные формулы и полученные численные результаты;
- выводы по проделанной работе;
- необходимые для расчётов справочные данные;
- список использованных источников;
- приложения.

Требования к отчету отражены в Л 3.5.

### **Промежуточная аттестация**

Учебным планом ОПОП ВО по дисциплине предусматривается промежуточная аттестация в форме экзамена в 3 семестре.

Промежуточная аттестация проводится с целью оценки качества освоения обучающимися содержания дисциплины. При проведении промежуточной аттестации обучающийся демонстрирует знания, умения и навыки, приобретенные в процессе изучения дисциплины, которые характеризуют результат освоения совокупности компетенций (частей компетенций) на этапе изучения данной дисциплины.

Результаты обучения по дисциплине, характеризующие освоение совокупности компетенций (части компетенций), при проведении промежуточной аттестации оцениваются по четырех балльной системе.

### **Система оценивания результатов освоения дисциплины**

Порядок, определяющий процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций, определен в Положении «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, текущем контроле посещения обучающимися аудиторных занятий в НИТУ «МИСиС» П 239.09- 18, выпуск 2».