

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце: Министерство образования и науки Российской Федерации
 ФИО: Рукович Александр Владимирович
 Должность: Директор
 Дата подписания: 25.11.2021 18:45:12
 Уникальный программный ключ:
 f45eb7c44954caac05ea7d4f32eb8d7d0b5cb9bae0d9b4bca0974afad31eb7091

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования
 «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»
 Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

Кафедра электропривода и автоматизации производственных процессов

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.05.02 Надежность и диагностика горного электрооборудования

для программы специалитета
 по направлению подготовки
21.05.04 – Горное дело

Направленность программы: Электрификация и автоматизация горного производства
 Форма обучения – очная

Автор: Шабо К.Я., к.т.н., доцент кафедры ЭПиАПП, e-mail: kamilshabo@rambler.ru

<p>РЕКОМЕНДОВАНО Представитель кафедры ЭПиАПП <u>Гуф</u> /М.А.Новикова/ Заведующий кафедрой ЭПиАПП <u>КРМ</u> /В.Р.Киушкина/ протокол № <u>10</u> от «<u>21</u>» <u>03</u> 2016 г.</p>	<p>ОДОБРЕНО Представитель кафедры ЭПиАПП <u>Гуф</u> /М.А.Новикова/ Заведующий кафедрой ЭПиАПП <u>КРМ</u> /В.Р.Киушкина/ протокол № <u>10</u> от «<u>21</u>» <u>03</u> 2016 г.</p>	<p>ПРОВЕРЕНО Нормоконтроль в составе ОПОП пройден Специалист УМО <u>Гуф</u> / С.Р.Санникова «<u>27</u>» <u>03</u> 2016 г.</p>
<p>Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП Председатель УМС <u>Меркель</u> / Е.В. Меркель протокол УМС № <u>8</u> от «<u>23</u>» <u>04</u> 2016 г.</p>		<p>Зав. библиотекой <u>Гуф</u> / И.С. Гошанская «<u>23</u>» <u>03</u> 2016 г.</p>

1. АННОТАЦИЯ
к рабочей программе дисциплины
Б1.В.ДВ.05.02 Надежность и диагностика горного электрооборудования
Трудоемкость 4 з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

ознакомление студентов с основными понятиями и определениями из теории надежности, показателями надежности систем электроснабжения и их элементов, понятием об оптимальной надежности и принципами нормирования надежности, понятием об ущербе от перерыва электроснабжения, а также с математическими моделями надежности систем электроснабжения и методами их исследования.

Краткое содержание дисциплины: свойства надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Состояния объекта: исправное, работоспособное, неработоспособное, предельное. События, связанные с объектом: повреждение, отказ. Восстанавливаемый и невосстанавливаемый объекты. Показатели надежности: наработка, время восстановления, резервирование (общее, раздельное, постоянное, динамическое, замещением). Характеристики надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-17 - готовностью использовать технические средства опытно-промышленных испытаний оборудования и технологий при эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов ПК-20- умением разрабатывать необходимую техническую и нормативную документацию в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать	<i>знать:</i> основное оборудование систем электроснабжения; преобразование, передачу и распределение электрической энергии; построение системы электроснабжения горнодобывающий х предприятий; электрооборудование высокого напряжения, используемое в системах электроснабжения; электрооборудование низкого напряжения, используемое в системах электроснабжения; основные режимы работы оборудования систем электроснабжени горного предприятия; современные методы и средства энергосбережения. <i>уметь:</i> читать электрические схемы и понимать процесс передачи электрической энергии от электрических станций до потребителей; рассчитывать режимы работы потребителей электрической энергии по их назначению; принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энергосбережения; проводить технико-экономическую оценку энергосберегающих мероприятий.

соответствие.	<i>владеть:</i> основами построения схем электроснабжения горных предприятий и пониманием работы используемого в схемах электрооборудования; навыками включения измерительных приборов через трансформаторы тока и напряжения; основами расчёта технико-экономической оценки энергосберегающих мероприятий.
---------------	--

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины	Курс изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.ДВ.0 5.02	Надежность и диагностика горного электрооборудования	5	Б1.В.06. Электрический привод Б1.Б.22 Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело	Б1.Б.32.02 Автоматика машин и установок горного производства

1.4. Язык преподавания: русский.

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Выписка из учебного плана С-ЭФ-16:

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.В.ДВ.05.02 Надежность и диагностика горного электрооборудования	
Курс изучения	5	
Семестр(ы) изучения	А	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Экзамен	
Контрольная работа, семестр выполнения	А	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	4 ЗЕТ	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	144	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО ¹ , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	51	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	16	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:		-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы т.п.)	32	-
- лабораторные работы	-	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	3	-
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	57	
№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)	36	

¹Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
Методы теории вероятностей и характеристики параметрической надежности систем электроснабжения горных предприятий.	38	2	-	6	-	-	-	-	-	-	30
Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности систем электроснабжения горных предприятий. Методы проверки статистических гипотез об их ненадежности.	50	4	-	6	-	-	-	-	-	-	40(кр)
Расчет характеристик надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов	43	4	-	8	-	-	-	-	-	1	30
Оптимальное резервирование.	30	2	-	6	-	-	-	-	-	-	22
Повышение надежности систем электроснабжения горных предприятий.	34	4	-	6	-	-	-	-	-	2	22(кр)
Экзамен	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36
Всего часов	144	16	-	32	-	-	-	-	-	3	144(36)

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Тема 1. Свойства надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Состояния объекта: исправное, работоспособное, неработоспособное, предельное. События, связанные с объектом: повреждение, отказ. Восстанавливаемый и невосстанавливаемый объекты. Показатели надежности: наработка, время восстановления, резервирование (общее, раздельное, постоянное, динамическое, замещением). Характеристики надежности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы объекта; вероятность отказа объекта; плотность вероятности отказа объекта; интенсивность отказа объекта. Характеристики надежности восстанавливаемых объектов: функция отказов и восстановления; интенсивность потока отказов; интенсивность потока восстановлений; вероятность восстановления объекта за период времени; вероятность невосстановления; плотность вероятности отказа объекта; интенсивность отказа объекта. Характеристики надежности восстанавливаемых объектов: функция отказов и восстановления; интенсивность потока отказов; интенсивность потока восстановлений; вероятность восстановления объекта за период времени; вероятность невосстановления; плотность вероятности восстановления; интенсивность восстановления. Функция готовности и коэффициент готовности. Режимы эксплуатации: длительные, циклические.

Тема 2. Методы оценки по характеристикам надежности, получаемые экспериментальным путем. Определенные и контрольные испытания. Вычисление и построение графиков экспериментальных распределений наработки до отказа невосстанавливаемых изделий. Статистическая оценка показателей надежности невосстанавливаемых изделий при определенных испытаниях. Выбор закона распределения наработки до отказа, используемого при оценивании надежности систем электроснабжения. Нормальный закон распределения. Равновероятностный закон. Закон Симпсона. Трапецидальный закон. Композиция нормального и равновероятностного законов. Распределение Вейбулла, Рэлея. Распределение Максвелла. Точечные оценки. Интервальные оценки.

Тема 3. Вычисление и построение экспериментальных графиков параметров потока полных отказов для восстанавливаемых изделий. Статистическая оценка показателей надежности восстанавливаемых систем при определенных испытаниях. Интервальные оценки. Разновидность испытания на надежность. Числовые характеристики случайных величин. Основные понятия метода статистических гипотез. Проверка гипотезы о равенстве двух вероятностей отказа. Проверка гипотезы об однородности двух выборок. Проверка согласованности теоретического распределения с экспериментальными данными. Проверка гипотезы о законе распределения. Статистический приемочный контроль надежности.

Тема 4. Расчеты характеристик надежности нерезервированных систем. Пассивное резервирование с неизменной нагрузкой. Нагруженное активное резервирование с абсолютно надежными переключателями. Активное ненагруженное и облегченное резервирование с учетом надежности переключателей. Скользящее резервирование. Понятие Марковского случайного процесса. Параметр потока отказов. Вероятность безотказной работы в течение наработки. Вероятность безотказной работы в интервале наработки. Общая характеристика методов расчета надежности восстанавливаемых систем. Вычисление функций готовности и простоя систем. Особенности расчета резервированных систем. Оптимальное число участков

резервирования с учетом экономических факторов. Задачи по расчету показателей надежности при минимальных затратах. Задачи по определению требуемого количества резервных элементов, обеспечивающих максимальные значения показателей надежности объекта при величине затрат, не превышающей заданную. Задачи по расчету потребного количества резервных элементов по обеспечению максимально возможного значения показателя надежности объекта при удовлетворении всех заданных ограничений. Градиентный метод. Методы прямого перебора и динамического программирования.

Тема 5. Общие принципы повышения надежности при проектировании, при изготовлении систем электроснабжения и в период эксплуатации. Оптимизация надежности элементов. Обеспечение надежности систем электроснабжения по стадиям жизненного цикла. Модель изменения надежности по стадиям жизненного цикла. Сетевое планирование и управление. Метод ориентированных графов с поглощением ресурсов в вершинах. Модель экспериментальных работ и испытаний. Оценка экономической эффективности технических мероприятий по обеспечению надежности изделий. Надежность систем электроснабжения при учете надежности человека как звена сложной системы. Задачи анализа надежности работы систем электроснабжения с учетом надежности работы оператора. Воздействие помехонесущих токов (сетевых помех) и внешних электромагнитных полей (полевых помех) на характеристики надежности систем электроснабжения.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

Для изучения дисциплины предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, расчетно-графические задания, самостоятельная работа студентов, индивидуальные и групповые консультации.

В процессе преподавания дисциплины специальные интерактивные технологии не предусмотрены.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы² обучающихся по дисциплине Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Методы теории вероятностей и характеристики параметрической надежности систем электроснабжения горных предприятий.	Самостоятельная работа	10	Анализ теоретического материала, составление конспекта (внеауд.СРС)
2	Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности систем электроснабжения горных предприятий. Методы	Выполнение контрольной	17	Анализ теоретического материала, выполнение контрольной

² Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

	проверки статистических гипотез об их ненадежности.			(внеауд.СРС)
3	Расчет характеристик надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов	Самостоятельная работа	10	Анализ теоретического материала, составление конспекта (внеауд.СРС)
4	Оптимальное резервирование.	Выполнение контрольной	10	Анализ теоретического материала, составление конспекта (внеауд.СРС)
5	Повышение надежности систем электроснабжения горных предприятий.	Самостоятельная работа	10	Анализ теоретического материала, выполнение контрольной (внеауд.СРС)
	Всего часов		57	

Лабораторные работы или лабораторные практикумы

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Лабораторная работа или лабораторный практикум	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1				

Не предусмотрены учебным планом

Работа на лабораторном занятии

Не предусмотрены учебным планом

Расчетно-графическая работа

В рамках курса предусмотрено выполнение расчетно-графической работы по темам: «Вычисление и построение графиков экспериментальных распределений наработки до отказа невосстанавливаемых изделий».

«Задачи по определению требуемого количества резервных элементов, обеспечивающих максимальные значения показателей надежности».

Преподаватель распределяет варианты и задания.

Критерии оценки расчетно-графической работы:

30 (на 5 курсе) баллов выставляется за 100% выполненную работу, в которой отсутствуют фактические ошибки. 27 баллов - за работу, в которой допущена 1 фактическая ошибка. 24 балла – за работу, в которой допущены 2 ошибки. 21 балл – за работу с 3 ошибками. 18 баллов – за работу с 4 ошибками. Работа, выполненная более чем с 4 ошибками, не оценивается.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Количество экземпляров в библиотеке СВФУ
1	Грунтович, Н.В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования : учеб. пособие / Н.В. Грунтович. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 271 с. // ZNANIUM.COM : электронно- библиотечная система. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=558518 .		
	Ерошенко, Г.П. Эксплуатация электрооборудования : учебник / Г.П. Ерошенко, Н.П. Кондратьева. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 336 с. // ZNANIUM.COM : электронно- библиотечная система. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=774257 .		

Рейтинговый регламент по дисциплине:

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	Примечание
	Испытания / Формы СРС	Время, час			
1	Лабораторные занятия				
2	Контрольная работа	27	20	30	в письменном виде, индивидуальные задания
3	Тест	-	5	10	знание теории;
4	Экзамен	9	-	30	50 вопроса
	Итого:	144(36)	45	100	

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ПК-17 - готовностью использовать технические средства опытно-	<i>знать:</i> основное оборудование систем электроснабжения; преобразование, передачу и распределение электрической энергии;	Высокий	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине,	отлично

<p>промышленных испытаний оборудования и технологий при эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов ПК-20- умением разрабатывать необходимую техническую и нормативную документацию в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие.</p>	<p>построение системы электроснабжения; электрооборудование высокого напряжения, используемое в системах электроснабжения горных предприятий; электрооборудование низкого напряжения, используемое в системах электроснабжения горных предприятий; основные режимы работы оборудования систем электроснабжения; современные методы и средства энергосбережения.</p> <p><i>уметь:</i> читать электрические схемы и понимать процесс передачи электрической энергии от электрических станций до потребителей горных предприятий; рассчитывать режимы работы потребителей электрической энергии по их назначению; принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энергосбережения; проводить технико-экономическую оценку энергосберегающих мероприятий.</p> <p><i>владеть:</i> основами построения схем электроснабжения и пониманием работы используемого в схемах электрооборудования; навыками включения измерительных приборов через трансформаторы тока и напряжения; основами расчёта технико-экономической оценки</p>		<p>доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. В лабораторном задании может быть допущена 1 фактическая ошибка.</p>	
		Базовый	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью</p>	хорошо

	энергосберегающих мероприятий.		преподавателя. В лабораторном задании могут быть допущены 2-3 фактические ошибки.	
		Минимальный	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. В лабораторном задании могут быть допущены 4-5 фактических ошибок.	удовлетворительно
		Не освоены	Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется.	неудовлетворительно

			Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. В лабораторном задании допущено более 5 фактических ошибок. <i>или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует <i>или</i> Отказ от ответа
--	--	--	--

6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Экзамен по «Методы и средства энергосбережения на горных предприятиях», проводится в форме собеседования по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса, и один практический вопрос на 5 курсе.

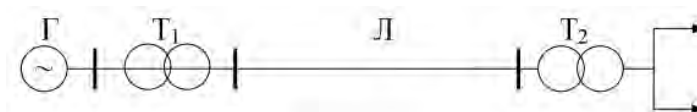
Перечень экзаменационных вопросов

1. Назовите характерные нормальные и аварийные режимы работы технической системы.
2. Что является критерием отказа технической системы?
3. Как можно классифицировать отказы?
4. Что является критерием восстановления?
5. Какие системы являются восстанавливаемыми?
6. Приведите примеры восстанавливаемых и невосстанавливаемых технических изделий?
7. Дайте определение критического отказа и критичного элемента системы.
8. Раскройте смысл понятий устойчивости, режимной управляемости и живучести технической системы.
9. Какие специфические свойства описывают надежность энергетических объектов?
10. Дайте определения вероятности безотказной работы и вероятности отказа. Поясните их математический смысл.
11. Что называется интенсивностью отказов? Сформулируйте математический и физический смысл этого понятия.
12. Дайте определение параметра потока отказов. Сформулируйте физический смысл этого понятия.
13. Как изменяется параметр потока отказов технической системы в течение ее срока службы.
14. Перечислите основные коэффициенты, характеризующие надежность.
15. Назовите статистические законы распределения, применяемые в теории надежности, и область их применения.
16. Сформулируйте алгоритм испытания надежности технической системы.
17. Поясните общий смысл статистических критериев согласия.
18. Для чего в исследованиях надежности используются статистические критерии однородности.
19. Что называется моделью отказов и моделью надежности? В чем различие этих терминов?

20. Нарисуйте графы состояний и переходов для невозстанавливаемой системы с внезапными отказами и постепенным износом. Поясните их основные числовые параметры.
21. Покажите общий вид модели надежности для восстанавливаемых систем и поясните ее основные числовые характеристики.
22. Запишите уравнения для расчета вероятности безотказной работы систем с последовательным и параллельным соединением элементов.
23. Дайте определение резервированной системы. Перечислите виды резервирования энергетических систем.
24. Дайте определение кратности резервирования и поясните ее влияние на надежность и экономичность технической системы.
25. Назовите основные практические методы расчета надежности, применяемые в энергетике. Сформулируйте их область применения, достоинства и недостатки.
26. Перечислите основные этапы аналитического расчета надежности и упрощения, допускаемые в расчетах.
27. Запишите формулы эквивалентных преобразований структурной схемы надежности при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов.
28. Каким образом преобразуются структурные схемы, содержащие поперечные связи?
29. Запишите формулы эквивалентных преобразований структурной схемы из «треугольника» в «звезду» и обратно.
30. Опишите алгоритм логико-вероятностного расчета надежности электроснабжения. Поясните порядок составления дерева отказов.
31. Сформулируйте основные законы алгебры логики, используемые при анализе надежности технических систем.
32. В чем особенность таблично-логического метода расчета надежности? Поясните порядок составления таблицы состояний и переходов.
33. Перечислите основные технико-экономические показатели, характеризующие надежность системы электроснабжения.
34. Сформулируйте определение экономического ущерба от нарушения режима электроснабжения. Назовите основные слагающие этой величины.
35. Что такое основной ущерб и ущерб внезапности? Как они определяются на действующем производстве?
36. Запишите уравнения для практического расчета ущерба при проектировании системы электроснабжения.
37. Как зависит ущерб потребителя от качества электроэнергии?
38. Опишите порядок построения функций реакции электрической сети и потребителя при оценке последствий нарушения качества электроэнергии.
39. Из каких основных величин складывается ущерб энергоснабжающей организации при нарушении питания потребителей?
40. Как определяется оптимально-компромиссный вариант электроснабжения с точки зрения надежности

Примеры практических заданий

На рисунке приведена система электроснабжения, состоящая из источника питания Γ , повышающего трансформатора T_1 , линии электропередач L и понижающего трансформатора T_2 .



Обозначим вероятность отказа элементов системы электроснабжения через q с соответствующим индексом.

Определить в общем виде вероятность отказа системы электро- снабжения.

Решение. Каждый элемент системы может отказать независимо от другого. Следовательно, события отказов элементов системы электро- снабжения – события независимые. Но эти события, в свою очередь, и совместны, т.к. отказ сразу нескольких элементов может иметь место. Система откажет, если откажет Г или Т₁, или Л, или Т₂, или Г и Т₁, или Г и Л, или Т₁, Л и Т₂ и т.д. вероятность отказа системы электро- снабжения запишется как

$$q_c = q_G + q_{T1} + q_L + q_{T2} - q_G q_{T1} - q_G q_L - q_G q_{T2} - q_{T1} q_L - q_{T1} q_{T2} - q_L q_{T2} + q_G q_{T1} q_L + q_G q_L q_{T2} + q_{T1} q_L q_{T2} + q_G q_{T1} q_{T2} - q_G q_{T1} q_L q_{T2}.$$

Аналогичные формулы можно написать для произведения событий.

$$P(AB) = P(A) + P(B) - P(A + B).$$

$$P(ABC) = P(A) + P(B) + P(C) - P(A+B) - P(A+C) - P(B+C) + P(A+B+C).$$

Общая формула, выражающая вероятность произведения произвольного числа событий через вероятности сумм этих событий, взятых по одному, по два, по три и т.д., имеет вид

$$P(A_1 A_2 \dots A_n) = \sum_{i=1}^n P(A_i) - \sum_{i,j} P(A_i + A_j) + \sum_{i,j,k} P(A_i + A_j + A_k) + \dots + (-1)^{n-1} P(A_1 + A_2 + \dots + A_n).$$

Полученные формулы находят практическое применение при преобразовании различных выражений, содержащих вероятности сумм и произведений событий. В зависимости от конкретной задачи иногда бывает удобнее пользоваться только суммами, а иногда только произведениями событий. Для преобразования одних в другие и служат приведенные формулы.

Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ПК-17; ПК-20	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Могут быть допущены недочеты в определении терминов и понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	Максимальный балл по рейтингу
	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	80% от максимального балла
	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен	60% от максимального

	самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано	ого балла
	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется.</p> <p><i>или</i></p> <p>Ответ на вопрос полностью отсутствует</p> <p><i>или</i></p> <p>Отказ от ответа</p>	минимальный балл <50% при отказе от ответа ноль баллов

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	
Вид процедуры	экзамен
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ПК-17; ПК-20.
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 2.0, утверждено ректором СВФУ 15.03.2016 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 5 курса специалитета ВПО
Период проведения процедуры	весенняя экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	-
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Экзамен принимается в устной форме по билетам. Экзаменационный билет по дисциплине включает два теоретических вопроса. Время на подготовку – 0,5 астрономических часа.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п. Рейтинговый регламент по дисциплине РПД.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 45 баллов, чтобы быть допущенным к экзамену.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины³

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Количество экземпляров в библиотеке СВФУ
Основная литература			
1			
Дополнительная литература			
2	Половко А.М. Основы теории надежности: учеб. пособие / А.М. Половко, С.В. Гуров. – СПб.: БХВ – Петербург, 2008. – 704 с.		
3	Острейковский В.А. Теория надежности: учебник для вузов / В.А. Острейковский. – М. : Высш. шк., 2008. – 464 с.		
4	Конюхова Е.А. Надежность систем электроснабжения промышленных предприятий / Е.А. Конюхова. – М.: Энергопрогресс, 2002.		
5	Китушин В.Г. Надежность энергетических систем: учеб. пособие для электроэнергетических специальностей вузов. – М.: Высш. шк., 1984. – 256 с.		
6	Лебедев А.Н. и др. Вероятностные методы в инженерных задачах: справочник. – СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 2000. – 333 с		
7			
8			
9			
Периодические издания			
10	"Электричество"		
	"Новые технологии"		
12	"Надежность и контроль качества"		
13	"Промышленная энергетика"		
14	"Реферативный журнал. Энергетика и электротехника"		

³ Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе, с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

Интернет-ресурсы

№	Наименование интернет-ресурса	Автор, разработчики	Формат документа (pdf, Doc, rtf, djvu, zip, rar)	Тип интернет - ресурса	Ссылка (URL) на интернет-ресурс
1	Справочник электрика и энергетика				http://www.elecab.ru/history.shtml

8. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины (помещение и оборудование)

№ п/п	Наименование темы	Виды учебной работы (лекция, практич. занятия, семинары, лаборат. раб.)	Объем часов	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень основного оборудования (в т.ч. аудио-, видео-, графическое сопровождение)
1	Лекционные занятия	лекция	16	A503	DVD, кодоскоп
2	Практические занятия	практика	32	A503	DVD, кодоскоп
3	Лабораторные занятия				
5	Тесты	тесты	-	A503	Комп. класс

