

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрических станций

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН

к.э.н. Чернов С. С.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Теория надежности и диагностики в релейной защите и автоматике

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская
программа: Автоматика энергосистем

Курс: 1, семестр : 2

Факультет энергетики,

		Семестр
№	Вид деятельности	2
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	67
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	11
10	Самостоятельная работа, час.	77
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ контр.
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №1500 от 21.11.2014 г. , дата утверждения: 11.12.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭлСт, протокол заседания кафедры №10 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета энергетики, протокол № 9 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Трофимов А. С.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Глазырин Г. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Глазырин Г. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки; в части следующих результатов обучения:	
35. знать основные показатели надёжности релейной защиты и основного оборудования электроэнергетических систем и методы их расчета	
Компетенция ФГОС: ПК.3 способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
33. знать методы повышения надёжности силовых схем в энергетике	
у3. уметь составлять расчётную схему для оценки показателей надёжности	
у4. уметь рассчитывать показатели надёжности силовых схем и устройств РЗА	
Компетенция ФГОС: ПК.7 способность применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений; в части следующих результатов обучения:	
34. уметь выбирать оптимальные варианты схем релейной защиты с точки зрения надёжности	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Теория надёжности и диагностики в релейной защите и автоматике</i>	
ОПК.1.35 знать основные показатели надёжности релейной защиты и основного оборудования электроэнергетических систем и методы их расчета	
1.Иметь представление об основных показателях надёжности релейной защиты и основного оборудования электроэнергетических систем	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
2.Иметь представление об основных методах расчёта показателей надёжности	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.33 знать методы повышения надёжности силовых схем в энергетике	
3.Иметь представление о методах повышения надёжности релейной защиты энергосистем	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
4.Иметь представление об основных методах и средствах отыскания мест повреждения на воздушных линиях электропередачи.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.у3 уметь составлять расчётную схему для оценки показателей надёжности	
5.Уметь составлять расчётные схемы для оценки показателей надёжности	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.у4 уметь рассчитывать показатели надёжности силовых схем и устройств РЗА	
6.Владеть методами расчета показателей надёжности устройств РЗА	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.7.34 уметь выбирать оптимальные варианты схем релейной защиты с точки зрения надёжности	
7.Уметь выбирать оптимальные варианты схемы релейной защиты с точки зрения надёжности.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 2			
Дидактическая единица: Надёжность в релейной защите - основные понятия и определения.			

1. Основные понятия и определения теории надёжности. Задачи, связанные с оценкой надёжности в релейной защите.	0	2	1
Дидактическая единица: Виды отказов в релейной защите			
2. Понятие об исправном и неисправном изделии. Отказ и условия его возникновения. Классификация отказов. Отказы полные и частичные. Дефекты и аварии. Отказы параметрические и катастрофические. Отказы зависимые и независимые, устойчивые и неустойчивые. График жизни элемента.	0	2	1
Дидактическая единица: Избыточность и диагностика в релейной защите.			
3. Модель функционирования релейной защиты.	0	2	2, 3
Дидактическая единица: Методы расчета показателей надёжности			
4. Составление формального описания системы релейной защиты и расчет показателей надёжности. Метод "дерева отказов".	0	2	5, 6
5. Методы расчета показателей надёжности. Логико-вероятностный метод расчета показателей надёжности.	0	2	6, 7
6. Метод цепей Маркова. Метод имитационного моделирования процесса функционирования релейной защиты. Таблично-логический метод.	0	2	2, 3, 6, 7
Дидактическая единица: Определение мест повреждения на воздушных ЛЭП.			
7. Методы и средства отыскания мест повреждения на воздушных ЛЭП.	0	2	3, 4
Дидактическая единица: Диагностика релейной защиты энергосистем.			
8. Диагностика релейной защиты. Пути повышения надёжности РЗА. Диагностика логической части релейной защиты.	0	2	3
Дидактическая единица: Функциональная и тестовая диагностика логической части релейной защиты.			
9. Функциональная и тестовая диагностика логической части ТЗНП.	0	2	3, 5, 7

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Надёжность в релейной защите - основные понятия и определения.				
1. Элементы логических цепей релейной защиты и автоматики энергосистем.	2	4	1	Ознакомление с принципом действия основных элементов логических цепей релейной защиты и автоматики энергосистем, а также с основными понятиями теории релейных цепей. Изображение контактных и бесконтактных схем, реализующие логические функции РЗА.
Дидактическая единица: Избыточность и диагностика в релейной защите.				

8. Релейная защита как диагностическая система.	2	4	5, 7	Задачи диагностической системы. Пространство состояний, первичное и вторичные пространства признаков, алгоритмическое пространство. Каналы передачи и обработки информации. Задача диагностики в пространстве признаков. Проблемы диагностики в пространстве признаков. Признаки собственные и общие. Образы исправных и неисправных состояний объекта в пространстве общих признаков. Построение границ, разделяющих группы состояний. Пример эволюции токовой защиты линии с точки зрения технической диагностики. Алгоритмы работы некоторых видов релейной защиты с точки зрения диагностики.
---	---	---	------	---

Дидактическая единица: Методы расчета показателей надёжности

2. Расчет показателей надёжности схемы максимальной токовой защиты линии электропередачи в режимах дежурства, внешних и внутренних КЗ. Определение единичных и комплексных показателей надёжности.	4	6	2, 5	Анализ поведения защиты в режимах дежурства, внешних и внутренних КЗ. Составление расчетных схем для режимов дежурства, внешних и внутренних КЗ. Расчет единичных и комплексных показателей надёжности.
3. Логико-вероятностный метод расчета показателей надёжности.	2	4	2, 5	Построение алгоритма вероятностного полинома. Пример расчета показателей надёжности максимальной токовой защиты ЛЭП логико-вероятностным методом.
4. Метод цепей Маркова.	2	6	2, 5, 6	Исследование потока восстановлений устройств РЗ. Построение графа состояний и переходов. Составление системы дифференциальных уравнений на основе графа состояний и переходов для системы РЗ. Решение системы дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа. Определение функций неготовности системы РЗ.

Дидактическая единица: Определение мест повреждения на воздушных ЛЭП.

5. Определение места повреждения на ЛЭП по показателям приборов.	2	4	3, 4	Ознакомление с принципом действия приборов фиксирующих параметры аварийного режима. Определение расстояния до места повреждения на линиях электропередач. Расчет зоны обхода с учетом погрешности приборов.
Дидактическая единица: Диагностика релейной защиты энергосистем.				
7. Алгоритмы работы и структурные схемы ДУ, предназначенных для диагностики РЗА, сигналы на контрольных точках которых представляют собой в режиме дежурства защиты неизменные по величине напряжения.	2	4	3, 5	Построение диагностических устройств для РЗА, сигналы на контрольных точках которой изменяются в режиме дежурства.
Дидактическая единица: Функциональная и тестовая диагностика логической части релейной защиты.				
6. Тестовая и функциональная диагностика устройств релейной защиты.	2	4	3	Диагностика логической части ступенчатой защиты нулевой последовательности. Составление таблицы дефектов. Заполнение таблиц контрольных сигналов в режимах дежурства и тревоги. Определение эффективных контрольных точек. Составление алгоритма диагностического устройства.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	Контрольные работы	6	1	2
Решение задач.: Расчет дистанционной защиты линии электропередачи : методические указания по курсу "Релейная защита электрических сетей" для специальности "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" (140203) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2012. - 24, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000172505				
2	РГЗ	5, 6, 7	23	4
Определить показатели надёжности заданного типа РЗ. Привести схему токовых цепей и оперативные цепи РЗ. Провести анализ работы рассматриваемой системы РЗ в режимах дежурства, внешних КЗ и внутренних КЗ (КЗ на защищаемом объекте). Составить формальное описание схемы РЗ с точки зрения надёжности в виде расчетных схем, графа состояний и переходов. Рассчитать коэффициент неготовности и математическое ожидание снижения эффективности из-за неидеальной надёжности системы РЗ.: Расчет дистанционной защиты линии электропередачи : методические указания по курсу "Релейная защита электрических сетей" для специальности "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" (140203) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2012. - 24, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000172505				
3	Подготовка к занятиям	1, 4, 5	13	0

Решение задач. : Расчет дистанционной защиты линии электропередачи : методические указания по курсу "Релейная защита электрических сетей" для специальности "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" (140203) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2012. - 24, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000172505

4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4	40	5
---	-------------------------	------------	----	---

Подготовка к экзамену.: Расчет дистанционной защиты линии электропередачи : методические указания по курсу "Релейная защита электрических сетей" для специальности "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" (140203) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2012. - 24, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000172505

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Социальные сети; Среда электронного обучения НГТУ
Консультирование	e-mail; Социальные сети; Чат
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 2		
<i>Лекция:</i>	9	18
<i>Практические занятия:</i>	9	18
<i>Контрольные работы:</i>	3	6
<i>РГЗ:</i>	10	18
<i>Экзамен:</i>	0	40
Контролирующие материалы - список вопросов		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Контр. раб.	Защита РГЗ	Экзамен
ОПК.1	35. знать основные показатели надёжности релейной защиты и основного оборудования электроэнергетических систем и методы их расчета	+	+	+

ПК.3	з3. знать методы повышения надёжности силовых схем в энергетике	+	+	+
	у3. уметь составлять расчётную схему для оценки показателей надёжности	+	+	+
	у4. уметь рассчитывать показатели надёжности силовых схем и устройств РЗА	+	+	+
ПК.7	з4. уметь выбирать оптимальные варианты схем релейной защиты с точки зрения надёжности	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Басс Э. И. Релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" и дисциплине "Релейная защита электроэнергетических систем" / Э. И. Басс, В. Г. Дорогунцев ; под ред. А. Ф. Дьякова. - М., 2006. - 294, [1] с. : ил., схемы

Дополнительная литература

1. Шалин А. И. Надежность и диагностика релейной защиты энергосистем : Учебник / А. И. Шалин. - Новосибирск, 2002. - 383 с. : ил.
2. Шалин А. И. Надежность релейной защиты энергосистем : [учебное пособие для электроэнергетического факультета специальностей 2104 и 1001 дневного и заочного отделений] / А. И. Шалин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2001. - 175 [1] с. : схемы, табл.
3. Релейная защита и автоматизация : научно-практическое издание / ООО НПП "ЭКРА". - Чебоксары, 2010 -. - дар.
4. Китушин В. Г. Надежность энергетических систем. Ч. 1. Теоретические основы : [учебное пособие] / В. Г. Китушин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 254 с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000020379

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Расчет дистанционной защиты линии электропередачи : методические указания по курсу "Релейная защита электрических сетей" для специальности "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" (140203) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2012. - 24, [3] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000172505

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 MathCAD
- 2 Операционная система Windows
- 3 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Демонстрация лекционного материала

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрических станций

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН
к.э.н., доцент С.С. Чернов
“ ” Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория надежности и диагностики в релейной защите и автоматике

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская программа: Автоматика энергосистем

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Теория надежности и диагностики в релейной защите и автоматике приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	з5. знать основные показатели надёжности релейной защиты и основного оборудования электроэнергетических систем и методы их расчета	Логико-вероятностный метод расчета показателей надёжности. Метод цепей Маркова. Модель функционирования релейной защиты. Основные понятия и определения теории надёжности. Задачи, связанные с оценкой надёжности в релейной защите. Понятие об исправном и неисправном изделии. Отказ и условия его возникновения. Классификация отказов. Отказы полные и частичные. Дефекты и аварии. Отказы параметрические и катастрофические. Отказы зависимые и независимые, устойчивые и неустойчивые. График жизни элемента. Расчет показателей надёжности схемы максимальной токовой защиты линии электропередачи в режимах дежурства, внешних и внутренних КЗ. Определение единичных и комплексных показателей надёжности. Элементы логических цепей релейной защиты и автоматики энергосистем.	Контрольная работа, РГЗ	Экзамен, вопросы из дидактических единиц 1, 2, 4
ПК.3/НИ способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности	з3. знать методы повышения надёжности силовых схем в энергетике	Диагностика релейной защиты. Пути повышения надёжности РЗА. Диагностика логической части релейной защиты. Методы и средства отыскания мест повреждения на воздушных ЛЭП. Определение места повреждения на ЛЭП по показателям приборов. Тестовая и функциональная диагностика устройств релейной защиты.	РГЗ	Экзамен, вопросы. из дидактических единиц 5 и 6
ПК.3/НИ	у3. уметь составлять расчётную схему для оценки показателей надёжности	Логико-вероятностный метод расчета показателей надёжности. Метод цепей Маркова. Расчет показателей надёжности схемы максимальной токовой	Контрольная работа , РГЗ	Экзамен, вопросы. из дидактических единиц 3 и 4

		защиты линии электропередачи в режимах дежурства, внешних и внутренних КЗ. Определение единичных и комплексных показателей надёжности. Составление формального описания системы релейной защиты и расчет показателей надёжности. Метод "дерева отказов".		
ПК.3/НИ	у4. уметь рассчитывать показатели надёжности силовых схем и устройств РЗА	Метод цепей Маркова. Методы расчета показателей надёжности. Логико-вероятностный метод расчета показателей надёжности.	Контрольная работа, РГЗ.	Экзамен, вопросы. . из дидактических единиц 1 и 4.
ПК.7/ПК готовность применять методы поиска компромиссных решений, осуществлять анализ вариантов	з4. уметь выбирать оптимальные варианты схем релейной защиты с точки зрения надежности	Метод цепей Маркова. Метод имитационного моделирования процесса функционирования релейной защиты. Таблично-логический метод. Методы расчета показателей надёжности. Логико-вероятностный метод расчета показателей надёжности. Релейная защита как диагностическая система.	РГЗ.	Экзамен, вопросы. . из дидактических единиц 2 и 7.

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ПК.3/НИ, ПК.7/ПК.

Экзамен проводится в письменной форме, по тестам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ПК.3/НИ, ПК.7/ПК, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Теория надежности и диагностики в релейной защите и автоматике», 2
семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по тестам. Билет формируется по следующему правилу:

- Дидактическая единица №1. Тема №1 «Основные понятия и определения теории надёжности. Задачи, связанные с оценкой надёжности в релейной защите» - **два вопроса.**
- Дидактическая единица №2. Тема №1 «Понятие об исправном и неисправном изделии. Отказ и условия его возникновения. Классификация отказов. Отказы полные и частичные. Дефекты и аварии. Отказы параметрические и катастрофические. Отказы зависимые и независимые, устойчивые и неустойчивые. График жизни элемента.» - **четыре вопроса.**
- Дидактическая единица №3. Тема №1 «Модель функционирования релейной защиты.» - **четыре вопроса.**
- Дидактическая единица №4. Тема №1 «Составление формального описания системы релейной защиты и расчет показателей надёжности.» - **три вопроса.**
- Дидактическая единица №4. Тема №2 «Методы расчета показателей надёжности.» - **четыре вопроса.**
- Дидактическая единица №4. Тема №3 «Метод цепей Маркова.» - **два вопроса.**
- Дидактическая единица №5. Тема №1 «Методы и средства отыскания мест повреждения на воздушных ЛЭП.» - **три вопроса.**
- Дидактическая единица №6. Тема №1 «Пути повышения надёжности РЗА.» - **четыре вопроса.**
- Дидактическая единица №7. Тема №1 «Функциональная и тестовая диагностика логической части ТЗНП.» - **четыре вопроса.**

Список дидактических единиц и вопросов приведен ниже.

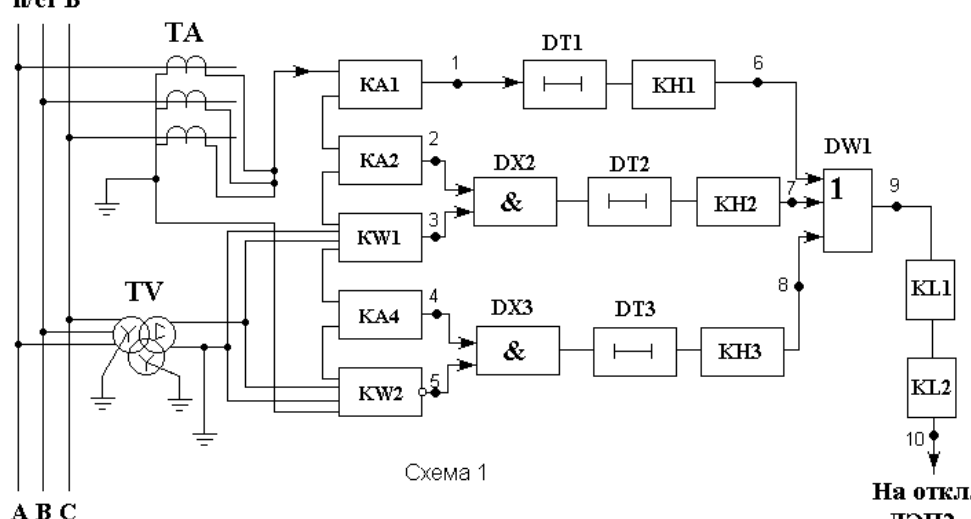
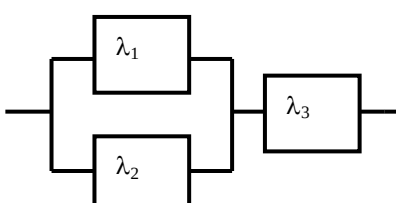
Тест содержит 28 тестовых заданий. За правильный ответ на каждое тестовое задание ставится от 1 до 2 баллов, возможно проставление доли 1-го балла. Среднее время, отводимое на ответ по одному тестовому заданию – 2,15 мин. Итого на экзамен отводится 60 минут.

Не допускается использование каких-либо пособий и электронных устройств во время ответов на тестовые задания. Сотовые телефоны должны быть выключены и убраны со столов.

При повторной сдаче экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Пример теста для экзамена

№	Задание		Правильный ответ
1	Понятие надёжности технических систем		
	А	Свойство объекта выполнять заданные функции в заданном объёме при определённых условиях функционирования.	
	Б	Свойство объекта выполнять заданные функции в заданном объёме.	
	В	Свойство объекта выполнять заданные требования в заданном объёме при определённых условиях функционирования.	
2	Критерий отказа		
	А	Признак или совокупность признаков неисправного состояния объекта установленных нормативной документацией	
	Б	Признак или совокупность признаков неправильно функционирующего объекта установленных нормативной документацией	
	В	Признак или совокупность признаков неработоспособного состояния объекта установленных нормативной документацией	
3	Отметить потоки событий, которые относятся к группе случайных		
	А	Отказ элементов системы РЗ	
	Б	КЗ в зоне и вне зоны действий защиты	
	В	Ремонт устройства РЗ	
	Г	Профилактические проверки устройства РЗ	
	Д	«Возмущения» в энергосистеме	
	Е	Срабатывания устройств РЗ	
	Ж	Отказы системы РЗ	
4	Перечислите свойства простейшего потока событий		
	А		
	Б		
	В		
5	Перечислите виды отказов релейной защиты		
	А		
	Б		
	В		
6	К единичным показателям надёжности относятся		
	А	Вероятность безотказной работы	
	Б	Параметр потока отказов	
	В	Интенсивность отказов	
	Г	Средняя наработка на отказ	
	Д	Коэффициент готовности	
7	К комплексным показателям надёжности относятся		
	А	Вероятность безотказной работы	
	Б	Параметр потока отказов	
	В	Коэффициент готовности	
	Г	Интенсивность отказов	
	Д	Математическое ожидание потери эффективности от неидеальной надёжности	
	Е	Интенсивность восстановления	
8	Вероятность безотказной работы устройства в течение интервала времени равна 0,456. Сколько устройств откажут к концу интервала времени (8 лет)?		
9	Какими преимуществами обладает метод цепей Маркова перед логико-вероятностным методом расчёта показателей надёжности		
	А	Позволяет рассчитать только установившиеся значения показателей надёжности	
	Б	Учитывает ограниченность восстановления	
	В	Одновременно учитывает случайные и регулярные составляющие потока восстановления	
	Д	Позволяет рассчитать переходные значения показателей надёжности	

	Составить дифференциальные уравнения, описывающие графы состояний и переходов											
10	E₀ →← E₁											
11	Выбрать на схеме наиболее информативную контрольную точку в режиме тестовой проверки п/ст В  <table><tr><td>A</td><td>Контрольная точка № 10</td><td></td></tr><tr><td>Б</td><td>Контрольная точка № 12</td><td></td></tr><tr><td>В</td><td>Контрольная точка № 11</td><td></td></tr></table>			A	Контрольная точка № 10		Б	Контрольная точка № 12		В	Контрольная точка № 11	
A	Контрольная точка № 10											
Б	Контрольная точка № 12											
В	Контрольная точка № 11											
12	Отказ какого элемента приведёт к ложному срабатыванию схемы 1 <table><tr><td>A</td><td>DW1</td><td></td></tr><tr><td>Б</td><td>DW2</td><td></td></tr><tr><td>В</td><td>DX4</td><td></td></tr></table>			A	DW1		Б	DW2		В	DX4	
A	DW1											
Б	DW2											
В	DX4											
13	Отказ какого элемента приведёт к излишнему срабатыванию схемы 1 <table><tr><td>A</td><td>DW1</td><td></td></tr><tr><td>Б</td><td>DT2</td><td></td></tr><tr><td>В</td><td>DT3</td><td></td></tr></table>			A	DW1		Б	DT2		В	DT3	
A	DW1											
Б	DT2											
В	DT3											
14	Отказ какого элемента приведёт к отказу в срабатывании схемы 1 <table><tr><td>A</td><td>DW1</td><td></td></tr><tr><td>Б</td><td>DW2</td><td></td></tr><tr><td>В</td><td>DX4</td><td></td></tr></table>			A	DW1		Б	DW2		В	DX4	
A	DW1											
Б	DW2											
В	DX4											
15	Записать выражение для определения вероятности безотказной работы схемы 											

16	На какой параметр аварийного сигнала реагирует прибор ЛИФП-В	
	А	Сопротивление нулевой последовательности
	Б	Напряжение нулевой последовательности
	В	Ток обратной последовательности
17	На какой параметр аварийного сигнала реагирует прибор ЛИФП-А	
	А	Сопротивление нулевой последовательности
	Б	Напряжение нулевой последовательности
	В	Ток нулевой последовательности
18	Для какого прибора необходим замер параметров аварийного сигнала по обоим концам линии	
	А	ФИС
	Б	ЛИФП
	В	ФИП
19	Минимальная зона обхода для случая когда	
	А	На обеих подстанциях установлены приборы ФПТ и ФПН
	Б	На обеих подстанциях установлены приборы ФПТ
	В	На обеих подстанциях установлены приборы ФПН
20	Понятие технической диагностики	
	А	Дисциплина, изучающая форму проявления отказов в технических устройствах
	Б	Дисциплина, изучающая форму появления дефектов в технических устройствах
	В	Дисциплина, изучающая форму проявления аварий в технических устройствах
21	Критерий отказа	
	А	Признак или совокупность признаков не исправного состояния объекта установленных нормативной документацией
	Б	Признак или совокупность признаков неправильно функционирующего объекта установленных нормативной документацией
	В	Признак или совокупность признаков не работоспособного состояния объекта установленных нормативной документацией
22	Релейная защита как объект диагноза принадлежит к группе объектов	
	А	Непрерывных
	Б	Дискретных
	В	Гибридных
23	Самый совершенный вид проверки объекта диагноза	
	А	Проверка исправности
	Б	Проверка правильности функционирования
	В	Проверка работоспособности
24	Перечислите виды избыточности	
	А	
	Б	
	В	
25	Диагностика релейной защиты проводится	
	А	В пространстве признаков
	Б	В пространстве состояний
	В	В пространстве свойств
26	На объект диагноза подаются обычные рабочие воздействия и проводится контроль правильности функционирования при	
	А	Тестовом диагностировании
	Б	Функциональном диагностировании
	В	Активном диагностировании
27	Преобразовать функцию работоспособности аналитически: АБВГ+АБВ+АБГ+ БВГ+АВ+АГ+БВ+БГ+ВГ+ГБА	

28	Отказы по характеру проявления делятся на		
	А	Катастрофические	
	Б	Параметрические	
	В	Случайные	

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный тест считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на тестовые задания не даёт правильных ответов для большинства тестовых заданий (ответы даны менее, чем на 50% вопросов), оценка составляет *от 0 до 19 баллов*.
- Ответ на экзаменационный тест засчитывается на **пороговом уровне**, если студент при ответе на тестовые задания для большинства тестовых заданий даёт правильные ответы, например, вычислительные, оценка составляет *от 20 до 29 баллов*.
- Ответ на экзаменационный тест засчитывается на **базовом уровне**, если при ответе на тестовые задания указывает правильные ответы в закрытых тестовых заданиях, в общем правильно формулирует ответы и выполняет задания в открытых тестовых заданиях, оценка составляет *от 30 до 35 баллов*.
- Ответ на экзаменационный тест засчитывается на **продвинутом уровне**, если на тестовые задания указывает все правильные ответы в закрытых тестовых заданиях, правильно формулирует ответы и выполняет задания в открытых тестовых заданиях, оценка составляет от 36 до 40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведёнными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Теория надежности и диагностики в релейной защите и автоматике»

Дидактическая единица №1.

1. Надёжность функционирования устройств релейной защиты и автоматики энергосистем. Понятие об исправном и неисправном изделии. Отказ и условия его возникновения.
2. Понятия эффективности и надёжности. Проявления ненадёжности в технике и их последствия. Эффективность и надёжность устройств РЗА. Аспекты надёжности.

Дидактическая единица №2.

3. Классификация отказов. Отказы полные и частичные. Дефекты и аварии. Отказы параметрические и катастрофические. Отказы зависимые и независимые, устойчивые и неустойчивые. График жизни элемента. Восстановление исправности.
4. Статистические данные по надёжности релейной защиты. Проблема повышения надёжности и пути её решения.
5. Понятие о надёжности и свойствах, составляющих надёжность. Отказы и восстановления. Виды отказов релейной защиты.

Дидактическая единица №3.

6. Избыточность в РЗ и её связь с надёжностью.
7. Единичные показатели надёжности.
8. Комплексные показатели надёжности.

Дидактическая единица №4.

9. Расчёт показателей надёжности схемы максимальной токовой защиты в режиме дежурства.
10. Расчёт показателей надёжности схемы максимальной токовой защиты в режиме внешних КЗ.
11. Расчёт показателей надёжности схемы максимальной токовой защиты в режиме КЗ между фазами А и В на защищаемой ЛЭП.
12. Расчёт показателей надёжности схемы максимальной токовой защиты в режиме КЗ между фазами А и С на защищаемой ЛЭП.
13. Расчёт показателей надёжности схемы максимальной токовой защиты в режиме КЗ между фазами А, В и С на защищаемой ЛЭП.
14. Метод цепей Маркова. Построение графа состояний и переходов.

Дидактическая единица №5.

15. Понятие о дистанционных и топографических методах отыскания мест повреждения (ОМП) на воздушных ЛЭП. Принципы диагностики воздушных ЛЭП по параметрам аварийного режима.
16. Причины появления погрешностей при ОМП и пути их уменьшения. Методы построенные на одностороннем и двухстороннем замерах – достоинства и недостатки.

Дидактическая единица №6.

17. Объект диагноза и его координаты. Непрерывные, дискретные и гибридные объекты. Объекты с памятью. Диагностирование в пространстве состояний и в пространстве признаков. Проверка исправности, работоспособности и правильности функционирования. Встроенные и автономные диагностические устройства.
18. Тестовое и функциональное диагностирование – достоинства и недостатки. Задачи и функции диагностики. Контроль состояния и поиск дефектов. Сочетание диагностики и избыточности. Диагностика текущего состояния оборудования, генезис и прогнозирование. Контрольные точки и контрольные сигналы.
19. Основные функции релейной защиты и понятие диагностической системы. Задачи релейной защиты как диагностической системы. Пространство состояний, первичное и вторичные пространства признаков, алгоритмическое пространство. Каналы передачи и обработки информации. Задача диагностики в пространстве признаков. Проблемы диагностики в пространстве признаков.

Дидактическая единица №7.

20. Функциональная диагностика логической части ступенчатой токовой защиты в режиме дежурства. Выбор контрольных точек. Составление таблицы покрытий и оценка эффективности намеченных контрольных точек.
21. Тестовая диагностика. Выбор тестовых воздействий и контрольных точек. Составление таблицы покрытий и оценка эффективности намеченных контрольных точек.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Теория надежности и диагностики в релейной защите и автоматике», 2
семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по темам: модель функционирования релейной защиты; основные понятия и определения теории надёжности; задачи, связанные с оценкой надёжности в релейной защите; методы расчёта показателей надёжности, включает 6 заданий. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если не выполнено большинство заданий, либо выполнены с существенными ошибками. Оценка составляет 0 баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если даны определения теории надёжности, перечислены задачи связанные с оценкой надёжности релейной защиты, показателей надёжности схемы РЗ рассчитаны хотя бы одним методом. Оценка составляет 3 баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если выполнены все задания контрольной работы, некоторые задания содержат ошибки. Оценка составляет 4 баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если все задания контрольной работы выполнены без ошибок. Оценка составляет 6 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведёнными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

1. Основные понятия и определения теории надёжности.
2. Задачи, связанные с оценкой надёжности в релейной защите.
3. Расчёт показателей надёжности схемы РЗ логико-вероятностный методом.
4. Расчёт показателей надёжности схемы РЗ метод цепей Маркова.
5. Определение единичных показателей надёжности для заданной схемы РЗ.
6. Определение комплексных показателей надёжности.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Теория надежности и диагностики в релейной защите и автоматике», 2
семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны определить показатели надежности заданного типа РЗ в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны привести схему токовых цепей и оперативные цепи РЗ, провести анализ работы рассматриваемой системы РЗ в режимах дежурства, внешних КЗ и внутренних КЗ (КЗ на защищаемом объекте), составить формальное описание схемы РЗ с точки зрения надежности в виде расчетных схем, графа состояний и переходов, рассчитать коэффициент неготовности и математическое ожидание снижения эффективности из-за неидеальной надежности системы РЗ.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Анализ работы рассматриваемой системы РЗ;
2. Выбор показателей надежности, которые необходимо рассчитать;
3. Формальное описание системы для расчета выбранных показателей надежности;
4. Расчет показателей надежности устройства одним из методов: логико-вероятностным, "дерева отказов", методом цепей Маркова или методом имитационного моделирования;
5. На основе полученных частных показателей надежности получить общую (интегральную) оценку надежности рассматриваемого варианта схемы защиты.

Оцениваемые позиции:

1. Выполнение и оформление пояснительной записки.
2. Публичная защита в группе.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ работы рассматриваемой системы РЗ, не рассчитаны показатели надежности устройства одним из методов: логико-вероятностным, "дерева отказов", методом цепей Маркова или методом имитационного моделирования, не состоялась устная защита РГЗ(Р), оценка составляет 0 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены с грубыми ошибками, при устной защите РГЗ(Р) даны ответы менее, чем на 50% вопросов или защита состоялась не в срок, оценка составляет от 0 до 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если допущены незначительные ошибки при выполнении РГЗ(Р), при устной защите РГЗ(Р) даны ответы большую часть вопросов, оценка составляет от 11 до 14 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены без ошибок, при устной защите РГЗ(Р) даны исчерпывающие ответы на вопросы, оценка составляет от 15 до 18 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Выполнение и защита РГЗ(Р) является обязательной частью допуска к экзамену. Максимальное количество баллов, полученное за РГЗ(Р), составляет 18% от максимальной общей оценки по дисциплине.

В п.6 рабочей программы дисциплины и приложении 1 приведено соответствие баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

№	Вид систем релейной защиты (РЗ)	Величина теряемой мощности в случае отказа РЗ, МВт
1	МТЗ с минимальным пуском напряжения понижающего трансформатора	50
2	Дистанционная защита ВЛ 220 кВ	100
3	Поперечная дифференциальная защита двухцепной ВЛ 110 кВ	60
4	Дифференциальная защита понижающего трансформатора	50
5	МТЗ с минимальным пуском напряжения повышающего трансформатора	60
6	Поперечная дифференциальная защита двухцепной ВЛ 220 кВ	150
7	Продольная дифференциальная токовая защита ВЛ 220 кВ	200
8	Дифференциально-фазная защита ВЛ 110 кВ	40
9	Продольная дифференциальная токовая защита ВЛ 110 кВ	50
10	Дифференциальная защита трехобмоточного трансформатора	60
11	Дифференциальная защита повышающего трансформатора	40
12	ТЗНП ВЛ 110кВ	50
13	МТЗ с комбинированным пуском напряжения повышающего трансформатора	50
14	Дифференциальная защита трансформатора с расщепленной обмоткой	80
15	ТЗНП двухобмоточного трансформатора	60
16	Дифференциальная защита АТ 230/110/10	80
17	Дифференциальная защита шин 110 кВ «Двойная с обходной»	200
18	Дистанционная защита ВЛ 110 кВ	50
19	ТЗНП АТ 230/110/10	120