

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
Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты

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

Курс: 1, семестр : 1

Факультет энергетики,

		Семестр
№	Вид деятельности	1
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	63
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	7
10	Самостоятельная работа, час.	45
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
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. Щеглов А. И.

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.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
38. знать типы и основные характеристики современных панелей релейной защиты и автоматики	
Компетенция ФГОС: ПК.10 способность управлять проектами разработки объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
32. знать содержание основных этапов проектирования релейной защиты и автоматики	
Компетенция ФГОС: ПК.23 готовность применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности; в части следующих результатов обучения:	
у5. уметь производить проверку правильности работы устройств релейной защиты и автоматики	
Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений; в части следующих результатов обучения:	
у2. уметь читать схемы релейной защиты и автоматики	
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства; в части следующих результатов обучения:	
у4. уметь формулировать техническое задание на изготовление и поставку устройств релейной защиты и автоматики	
Компетенция ФГОС: ПК.9 способность выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
34. знать рекомендации ПУЭ, РУ по РЗ и других методических указаний, используемых при проектировании РЗиА	
35. знать принципы построения схем релейной защиты	
у4. уметь рассчитывать параметры срабатывания и уставки для устройств релейной защиты и автоматики	
у6. уметь составлять схему подключения типовых панелей релейной защиты и автоматики к защищаемому объекту	

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>Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты</i>	
ОПК.4.38 знать типы и основные характеристики современных панелей релейной защиты и автоматики	
1. знать типы и основные характеристики современных панелей релейной защиты и автоматики	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.5.у2 уметь читать схемы релейной защиты и автоматики	
2. читать схемы релейной защиты и автоматики.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.6.у4 уметь формулировать техническое задание на изготовление и поставку устройств релейной защиты и автоматики	
3. знать типы панелей РЗиА используемых в современных РЗ.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.9.35 знать принципы построения схем релейной защиты	
4. знать принципы построения схем РЗ.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

ПК.9.34 знать рекомендации ПУЭ, РУ по РЗ и других методических указаний, используемых при проектировании РЗА	
5.знать о значении рекомендаций ПУЭ, РУ по РЗ и других методических указаний, используемых при проектировании РЗА.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.9.4 уметь рассчитывать параметры срабатывания и уставки для устройств релейной защиты и автоматики	
6.владеть типовыми программами расчета параметров срабатывания для современных терминалов релейной защиты	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.9.6 уметь составлять схему подключения типовых панелей релейной защиты и автоматики к защищаемому объекту	
7.составить схему подключения некоторых типовых панелей РЗА к защищаемому объекту.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.10.32 знать содержание основных этапов проектирования релейной защиты и автоматики	
8.о содержании основных этапах проектирования РЗА	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.23.у5 уметь производить проверку правильности работы устройств релейной защиты и автоматики	
9.уметь производить проверку правильности работы устройств релейной защиты и автоматики	Лабораторные работы

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Релейная защита электрических сетей				
1. Критерии выбора типа защит ВЛ. Токовые защиты распределительных сетей.	0	2	1, 2, 4, 6	Знакомство с критериями выбора типа защит ВЛ. Область применения токовых защит в распределительных электрических сетях. Особенности токовых защит кольца. Направленные токовые защиты. Органы направления мощностей (ОНМ). Типы ОНМ, их основные характеристики. Расчет уставок ступенчатых токовых защит.
2. Поперечные дифференциальные защиты ВЛ.	2	2	2, 4, 5	Поперечные дифференциальные направленные защиты ВЛ. Особенности расчета. Поперечные дифференциальные направленные защиты нулевой последовательности. Типовая схема ПДНЗ.

3. Дистанционные защиты ВЛ.	0	2	1, 4, 5, 6	Дистанционные защиты. Требования, предъявляемые к характеристикам реле сопротивления в комплексной плоскости. Реле сопротивления с круговыми, со сложными характеристиками. Схемы включения реле сопротивления. Принципы выбора уставок дистанционных защит. Влияние качаний и асинхронных режимов на работу срабатывания защит. Блокировки от качаний. Варианты испытания панелей дистанционных защит и практика составления заданий на расчет. Выбор расчетных режимов при определении электрических величин для защит нулевой последовательности. Их преимущества. Особенности распределения тока нулевой последовательности. Расчеты направленных токовых защит нулевой последовательности ЛЭП с 2-х сторонним питанием. Особенности ТЗНП двухцепных ЛЭП. Параметры схемы замещения нулевой последовательности двухцепной ЛЭП. Особенности расчета уставок ТЗНП 2-х цепных ЛЭП. Органы направления мощности (ОНМ) в ТЗНП. Выбор типа ОНМ. Оценка чувствительности ОНМ разного типа. Особенности защиты ЛЭП с ответвлениями. Расчет ТЗНП распределительных сетей, кольцевых сетей. Способы повышения чувствительности ТЗНП. Поперечная направленная защита нулевой последовательности.
4. Токовые защиты нулевой последовательности.	2	2	1, 4, 5, 6	

5. Высокочастотные защиты линий	2	1	1, 4, 5, 6	Высокочастотные защиты ВЛ. Принципы выполнения. Канал связи. Пусковые органы защиты. Дифференциально-фазная защита. Принцип действия. Расчет уставок. Фазовые характеристики. Высокочастотные направленные защиты. Принцип действия. Панели защит ПДЭ-2802, ШЭ-2607-031, структуры защит. Основные органы. Работа защиты при симметричных и несимметричных КЗ. Расчет уставок пусковых органов. Особенности ВЧНЗ линий сверхвысокого напряжения.
Дидактическая единица: Проектирование релейной защиты, автоматики и телемеханики как комплексной системы управления электроэнергетическими объектами				
6. Типовые схемы выполнения защит высоковольтных линий 110кВ	0	2	1, 2, 3, 4, 7, 8	Прослушивание и запись лекции
7. Построение токовых цепей защиты, выполненной на базе типовой панели.	0	1	1, 2, 3, 4, 5, 8	Прослушивание и запись лекции
8. Работа схемы централизованного УРОВ	0	1	1, 2, 4, 7	Прослушивание и запись лекции
9. Схема защиты автотрансформаторов 500/220/10	0	1	1, 2, 5, 7	Прослушивание и запись лекции
10. Схемы дистанционных защит автотрансформаторов	0	1	2, 3, 4, 7	Прослушивание и запись лекции
11. Схема защиты понижающего трансформатора	0	1	3, 4, 5, 7	Прослушивание и запись лекции
12. Схема управления выключателями	0	2	2, 3, 4, 7	Прослушивание и запись лекции

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Релейная защита электрических сетей				
1. Испытание 3-х ступенчатой дистанционной защиты шкафа ШДЭ-2802	1	4	1, 3, 9	Испытание 3-х ступенчатой дистанционной защиты шкафа ШДЭ-2802
2. Испытание статических реле мощности и сопротивления	0	4	1, 3, 4, 9	Испытание статических реле мощности и сопротивления.
3. Испытание микропроцессорной защиты двигателя	0	4	1, 3, 6, 7, 9	Испытание микропроцессорной защиты двигателя
4. Испытание направленной защиты с ВЧ блокировкой ПДЭ-2802	0	6	1, 3, 6, 9	Испытание направленной защиты с ВЧ блокировкой ПДЭ-2802

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Проектирование релейной защиты, автоматики и телемеханики как комплексной системы управления электроэнергетическими объектами				
1. Схема защиты понижающего трансформатора	1	2	3, 4, 5, 7	На примере типовой схемы в руководящих указаниях по РЗ (вып. 13 Б) рассматриваются принципы ее построения и работа при различных ситуациях
2. Построение токовых цепей защиты, выполненной на базе типовой панели.	1	2	1, 2, 3, 4, 5	На принципе типовой панели ступенчатой защиты ВЛ ЭПЗ-1636 М рассматриваются различные способы выполнения схемы цепей тока, обращая внимание на роль клемников панели, клемных перемычек.
3. Работа схемы централизованного УРОВ	1	2	1, 2, 4, 7	На базе типовой схемы централизованного УРОВ, выполненной на панели ПА-115 рассматривается работа схемы при различных вариантах отказов.
4. Схема защиты автотрансформаторов 500/220/10	2	2	1, 2, 5, 7	На примере типовой схемы из руководящих указаний по РЗ рассматривается рабочая схема защит мощного автотрансформатора. Связи схемы со схемами управления выключателями и УРОВ
5. Схемы дистанционных защит автотрансформаторов	2	2	2, 3, 4, 7	На примере типовой панели ШЭ2607-041 рассматриваются способы связи ее с панелью защиты автотрансформаторов.
6. Схема управления выключателями	1	2	2, 3, 4, 7	Рассматривается типовая схема управления маломасляными выключателями типа ВМ-110 Организация цепей отключения и включения выключателя шкафа ШЭ2607-011
7. Типовые схемы выполнения защит высоковольтных линий 110кВ	3	6	1, 2, 3, 4, 7	Разработка схемы подключения к терминалу-ШЭ2607-011 защиты линий 110 кВ

Таблица 3.4

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
------------------------------------	----------------------	------	-------------------------------	----------------------

Семестр: 1				
Дидактическая единица: Проектирование релейной защиты, автоматики и телемеханики как комплексной системы управления электроэнергетическими объектами				
1. Этапы проектирования.	0	1	5, 8	Вторичные цепи. Особенности выполнения цепей тока, напряжения, оперативных цепей. Схемы защит, принципиальные, монтажные
2. Способы резервирования отключения коротких замыканий в электрических сетях	0	1	2	Резервирование отключений короткого замыкания. Ближнее и дальнее резервирование. Способы ближнего резервирования релейной защиты. Блок схемы построения защит ВЛ и трансформаторов с учетом требования резервирования отключения КЗ. Особенности выполнения современных релейных защит.
3. Устройства резервирования отказа выключателей (УРОВ). Требования к УРОВ.	0	2	2, 5	Изучение схем устройства резервирования отказа выключателей (УРОВ). Требования к УРОВ.
4. Схемы управления высоковольтными выключателями.	0	2	2, 4	Схемы управления высоковольтными выключателями. Автоматика управления выключателем.
5. Дальнее резервирование релейной защиты. Его роль, область применения.	0	2	4, 5	Дальнее резервирование релейной защиты. Его роль, область применения. Мероприятия по повышению чувствительности к КЗ в зоне резервирования в сетях 110 кВ и выше .

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	РГЗ	3, 4, 5, 7, 8	16	5
: Проектирование схем вторичной коммутации : Метод. указ. по выполн. расчетно-графических и контр. работ для 4-5 курсов ФЭН дн. и заоч. обуч. (спец. 2104) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; Сост. А. И. Щеглов. - Новосибирск, 1996. - 30 с. : ил.				
2	Подготовка к занятиям	1	6	0
: Примеры расчета релейной защиты : [учебное пособие для 4 курса ФЭН дневной и заочной форм обучения / В. А. Давыдов и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 63, [1] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000167630 . - Авт. указаны на обороте тит. л..				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	15	2
: Проектирование схем вторичной коммутации : Метод. указ. по выполн. расчетно-графических и контр. работ для 4-5 курсов ФЭН дн. и заоч. обуч. (спец. 2104) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; Сост. А. И. Щеглов. - Новосибирск, 1996. - 30 с. : ил.				

4	Самостоятельное изучение теоретического материала	2, 4, 5, 8	8	0
---	---	------------	---	---

Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.4 : Проектирование схем вторичной коммутации : Метод. указ. по выполн. расчетно-графических и контр. работ для 4-5 курсов ФЭН дн. и заоч. обуч. (спец. 2104) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; Сост. А. И. Щеглов. - Новосибирск, 1996. - 30 с. : ил. Примеры расчета релейной защиты : [учебное пособие для 4 курса ФЭН дневной и заочной форм обучения / В. А. Давыдов и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 63, [1] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000167630. - Авт. указаны на обороте тит. л..

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	Среда электронного обучения НГТУ
Консультирование	Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Метод проектов

Краткое описание применения: Применение метода позволяет расширить компетенции студентов в области разработки, развития или модернизации существующей подсистемы релейной защиты и автоматики различных станций и подстанций

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: 1		
<i>Лабораторная:</i>	10	20
<i>Практические занятия:</i>	10	20
<i>РГЗ:</i>	10	20
<i>Экзамен:</i>	20	40

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

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Экзамен
ОПК.4	з8. знать типы и основные характеристики современных панелей релейной защиты и автоматики		+
ПК.10	з2. знать содержание основных этапов проектирования релейной защиты и автоматики		+
ПК.23	у5. уметь производить проверку правильности работы устройств релейной защиты и автоматики		+
ПК.5	у2. уметь читать схемы релейной защиты и автоматики		+
ПК.6	у4. уметь формулировать техническое задание на изготовление и поставку устройств релейной защиты и автоматики		+
ПК.9	з4. знать рекомендации ПУЭ, РУ по РЗ и других методических указаний, используемых при проектировании РЗА		+
	з5. знать принципы построения схем релейной защиты		+
	у4. уметь рассчитывать параметры срабатывания и уставки для устройств релейной защиты и автоматики		+
	у6. уметь составлять схему подключения типовых панелей релейной защиты и автоматики к защищаемому объекту	+	

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

7. Литература

Основная литература

1. Щеглов А. И. Построение схем релейной защиты : учебное пособие / А. И. Щеглов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 88, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171171
2. Щеглов А. И. Релейная защита электрических сетей : учебное пособие / А. И. Щеглов, А. В. Белоглазов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 142, [1] с. : ил., табл., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000216630
3. Фабрикант В. Л. Элементы устройств релейной защиты и автоматики энергосистем и их проектирование : Учеб. пособие для электротехн. спец. вузов. - М., 1974. - 472 с. : черт.
4. Паперно Л. Б. Проектирование устройств релейной защиты на бесконтактных элементах : [учебное пособие для вузов] / Л. Б. Паперно. - М., 1979. - 192 с.
5. Лезнов С. И. Устройство и обслуживание вторичных цепей электроустановок / С. И. Лезнов, А. Л. Фаерман, Л. Н. Махлина. - М., 1986. - 149, [2] с. : ил.

Дополнительная литература

1. Барзам А. Б. Общие вопросы учебного проектирования релейной защиты и автоматики : учебное пособие для энергетических и энергостроительных вузов / А. Б. Барзам. - М., 1969. - 311, [1] с. : ил., схемы, табл.
2. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 11. Расчеты токов короткого замыкания для релейной защиты и системной автоматики в сетях 110-750 кВ / Всесоюз. гос. проект.-изыскат. и НИИ энерг. систем и электр. сетей Энергосетьпроект. - М., 1979. - 151 с. : ил., табл.

3. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 13А. Релейная защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов 110-500 кВ : схемы / Всесоюз. гос. проект.-изыскат. и НИИ энерг. систем и электр. сетей "Энергосетьпроект" ; [сост. Б. Г. Файзуллова]. - М., 1985. - 112 с. : ил., схемы
4. Рубинчик В. А. Резервирование отключения коротких замыканий в электрических сетях / В. А. Рубинчик. - М., 1985. - 116 с. : ил., схемы

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 "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Примеры расчета релейной защиты : [учебное пособие для 4 курса ФЭН дневной и заочной форм обучения / В. А. Давыдов и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 63, [1] с. : схемы, табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000167630. - Авт. указаны на обороте тит. л.
2. Испытание направленной высокочастотной защиты ПДЭ-2802 : методические указания к лабораторной работе для 5 курса ФЭН (специальности 2104 и 1002) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; сост. А. И. Щеглов. - Новосибирск, 2001. - 21 с. : ил., табл.
3. Испытание статических реле, реагирующих на две электрические величины : методические указания к лабораторным работам для 4-5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2003. - 31 с. : ил., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023741
4. Рекомендации по расчету направленной высокочастотной защиты линий (ВЧНЗ) типа ШЭ 2607 031 : методические указания к курсовому и дипломному проектированию для 4 и 5 курсов ФЭН специальности 140203 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2009. - 33, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000090216
5. Расчет направленной токовой защиты нулевой последовательности двухцепной высоковольтной линии напряжением 220 кВ : методические указания для 4-5 курсов ФЭН специальности 140203 всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Л. В. Багинский, В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2006. - 37, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000063579
6. Релейная защита и автоматизация ЭЭС : методические указания к выполнению расчетно-графических и контрольных работ для ФЭН всех форм обучения по программе подготовки бакалавров по направлению "Электроэнергетика и Электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Белоглазов, В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2014. - 50, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199755
7. Расчет высокочастотной дифференциально-фазной защиты линий электропередачи : методические указания по курсу "Релейная защита электрических сетей" для магистров направления 140400.68 "Электроэнергетика и электротехника" (магистерская программа "Автоматика энергосистем") / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2013. - 43, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179579

- 8.** Релейная защита линий электропередачи : методические указания к лабораторным работам для IY курса ФЭН всех форм обучения (специальности 1001, 2104, 1002, 1004 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. : В. А. Давыдов и др.]. - Новосибирск, 2004. - 32 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000031364
- 9.** 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
- 10.** Испытание микропроцессорного устройства защиты электродвигателей : методические указания к лабораторной работе для 4-5 курсов ФЭН всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2007. - 65, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000067409
- 11.** Проектирование схем вторичной коммутации : Метод. указ. по выполн. расчетно-графических и контр. работ для 4-5 курсов ФЭН дн. и заоч. обуч. (спец. 2104) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; Сост. А. И. Щеглов. - Новосибирск, 1996. - 30 с. : ил.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 APM CP3A

2 Microsoft Visio

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

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

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Шкаф ШЭ1110М-ВУЗ с блоком преобразоват. интерфейса TTL/RS485 типа Д2150	Предназначено для изучения принципов реализации микропроцессорных комплексов релейной защиты станционного оборудования

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты** приведена в Таблице 1.

Таблица 1

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.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности	з8. знать типы и основные характеристики современных панелей релейной защиты и автоматики	Токовые защиты нулевой последовательности. Критерии выбора типа защит ВЛ. Токовые защиты распределительных сетей. Построение токовых цепей защиты, выполненной на базе типовой панели. Работа схемы централизованного УРОВ Схема защиты автотрансформаторов 500/220/10 Типовые схемы выполнения защит высоковольтных линий 110кВ	-	Экзамен, вопросы.12, 19,20
ПК.10/ПК способность управлять проектами разработки объектов профессиональной деятельности	з2. знать содержание основных этапов проектирования релейной защиты и автоматики	Этапы проектирования.	-	Экзамен, вопросы.1-5
ПК.23/ПТ готовность применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности	у5. уметь производить проверку правильности работы устройств релейной защиты и автоматики	Испытание направленной защиты с ВЧ блокировкой ПДЭ-2802	ЛР №2 Испытание направленной защиты с ВЧ блокировкой ПДЭ-2802	Экзамен, вопросы.12
ПК.5/НИ готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений	у2. уметь читать схемы релейной защиты и автоматики	Схемы управления высоковольтными выключателями. Построение токовых цепей защиты, выполненной на базе типовой панели. Работа схемы централизованного УРОВ Способы резервирования отключения коротких замыканий в электрических сетях Схема защиты автотрансформаторов 500/220/10 Схема управления выключателями Схемы дистанционных защит автотрансформаторов Типовые схемы выполнения защит высоковольтных линий	-	Экзамен, вопросы.8,9.

		110кВ Устройства резервирования отказа выключателей (УРОВ). Требования к УРОВ.		
ПК.6/ПК способность формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства	у4. уметь формулировать техническое задание на изготовление и поставку устройств релейной защиты и автоматики	Построение токовых цепей защиты, выполненной на базе типовой панели. Схема защиты понижающего трансформатора Схема управления выключателями Схемы дистанционных защит автотрансформаторов Типовые схемы выполнения защит высоковольтных линий 110кВ	РГЗ.Раздел 1,2	Экзамен, вопросы 14,20
ПК.9/ПК способность выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности	34. знать рекомендации ПУЭ, РУ по РЗ и других методических указаний, используемых при проектировании РЗА	Дальнее резервирование релейной защиты. Его роль, область применения. Поперечные дифференциальные защиты ВЛ. Построение токовых цепей защиты, выполненной на базе типовой панели. Схема защиты автотрансформаторов 500/220/10 Схема защиты понижающего трансформатора Устройства резервирования отказа выключателей (УРОВ). Требования к УРОВ. Этапы проектирования.	-	Экзамен, вопросы.10, 20-23.
ПК.9/ПК	35. знать принципы построения схем релейной защиты	Схемы управления высоковольтными выключателями. Дальнее резервирование релейной защиты. Его роль, область применения. Построение токовых цепей защиты, выполненной на базе типовой панели. Работа схемы централизованного УРОВ Схема защиты понижающего трансформатора Схема управления выключателями Схемы дистанционных защит автотрансформаторов Типовые схемы выполнения защит высоковольтных линий 110кВ	РГЗ 1,2,3	Экзамен, вопросы.8-23.
ПК.9/ПК	у4. уметь рассчитывать параметры срабатывания и уставки для устройств релейной защиты и автоматики	Токовые защиты нулевой последовательности. Высокочастотные защиты линий Дистанционные защиты ВЛ. Испытание микропроцессорной защиты двигателя. Испытание направленной защиты с ВЧ блокировкой ПДЭ-2802 Критерии выбора типа защит ВЛ. Токовые защиты распределительных сетей.	ЛР №2 «Испытание направленной защиты с ВЧ блокировкой ПДЭ-2802» ЛР №1 «Испытание микропроцессорной защиты двигателя»	Экзамен, вопросы 12.
ПК.9/ПК	уб. уметь составлять схему подключения типовых панелей релейной защиты и	Схема защиты автотрансформаторов 500/220/10 Типовые схемы выполнения защит	РГЗ, разделы..1,2	Экзамен, вопросы 19,20.

	автоматики к защищаемому объекту	высоковольтных линий 110кВ		
--	--	----------------------------	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.4, ПК.10/ПК, ПК.23/ПТ, ПК.5/НИ, ПК.6/ПК, ПК.9/ПК.

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

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

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.4, ПК.10/ПК, ПК.23/ПТ, ПК.5/НИ, ПК.6/ПК, ПК.9/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.

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

Паспорт экзамена

по дисциплине «Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты», 1 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в (письменной) форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов дидактической единицы 1 или дидактической единицы 2, второй вопрос из диапазона вопросов дидактической единицы 3 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЭН

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты»

1. Типы панелей защит ВЛ 110-220 кВ.
2. Схемы вторичных цепей и их назначение.

Составитель _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

3. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *0-19 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает

непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 20-29 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, владеет основами методик проектирования цепей вторичной коммутации релейной защиты, оценка составляет 30-35 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор принципов и алгоритмов релейной защиты, оценка составляет 36-40 баллов.

4. Шкала оценки

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

5. Вопросы к экзамену по дисциплине «Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты»

1. Схемы вторичных цепей и их назначение.
2. Особенности токовых цепей.
3. Особенности цепей напряжения.
4. Оперативные цепи. Цепи постоянного, выпрямленного и переменного тока.
5. Построение схемы постоянного оперативного тока.
6. Принципиальная схема выпрямленного оперативного тока. Блоки питания.
7. Схема питания оперативных цепей на переменном токе.
8. Схема управления масляного выключателя с трехфазным проводом.
9. Схема управления воздушного выключателя с пофазным приводом и с ОАПВ.
10. Резервирование отключения коротких замыканий в электрических сетях. Ближнее и дальнее резервирование.
11. Способы ближнего резервирования релейной защиты.
12. Построение схем защит ВЛ 110-220 кВ с учетом эффективности ближнего резервирования.
13. Повышение эффективности ближнего резервирования с учетом отказа постоянного тока..
14. Типы панелей защит ВЛ 110-220 кВ.
15. Назначение и область применения УРОВ.
16. Основные принципы выполнения УРОВ,
17. Работа схемы централизованного УРОВ на п/с с двумя рабочими системами сборных шин.
18. Работа схемы УРОВ для п/с 220 кВ со схемой «четырёхугольник».
19. Особенности построения схемы защиты силового трансформатора и автотрансформатора.
20. Резервные защиты автотрансформаторов. Применение панелей защит.
21. Эффективность и область применения дальнего резервирования в сетях 110 кВ и выше.
22. Способы повышения эффективности дальнего резервирования.
23. Эффективность дальнего резервирования при повреждениях трансформатора.

24. Характеристика комплекса программ АРМ СРЗА.
25. Особенности подготовки данных в сети для расчета токов КЗ в пакете АРМ СРЗА.
26. Структура задания на расчет в АРМ СРЗА при сложных повреждениях. Правила описания мест замеров электрических величин при составлении задания на расчет. Правила описания мест несимметрий расчетных режимов при составлении задания на расчет.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты», 1 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты выполняют проект присоединения всех внешних связей типовой панели защиты заданного объекта. Студенту задается объект защиты (воздушная линия, трансформатор, автотрансформатор) и панель защиты на базе которой выполняется ее защита. В качестве панели берутся современные панели, выпускаемые отечественными и зарубежными производителями. В дальнейшем выполненное задание может быть использовано при дипломном проектировании в качестве конструктивного чертежа.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ объекта, выбрать и обосновать исполнение комплекса релейной защиты, разработать схемы присоединения к измерительным трансформаторам тока и напряжения.

Расчетно-графическая работа должна содержать следующие последовательно выполняемые разделы (таблица 1).

Таблица 1

Структура расчетно-графической работы

№	Наименование раздела	Примерный объем работы, %
1	Разработка схемы подключения токов и напряжений шкафа	20
2	Разработка схемы подключения входных цепей панели	20
3	Разработка схемы подключения выходных цепей панели	20
4	Организация цепей включения и отключения выключателя	20
5	Разработка схемы подключения цепей аварийной сигнализации и АСУ ТП	20

При защите расчетно-графической работы оценивается правильность расчетов, выбора схем и оборудования, а также способность студента обосновать целесообразность принятых решений.

2. Критерии оценки

- работа считается **не выполненной**, если в ней не выбрано или выбрано с ошибками более 30% необходимого оборудования или неверно выбраны схемы двух и более распределительных устройств, оценка составляет 0-49 баллов.
- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если в ней правильно выбрано более 70% необходимого оборудования и схема хотя бы одного распределительного устройства, чертеж главной схемы соответствует пояснительной записке. оценка составляет 50-72 баллов.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, если нет существенных неточностей в выборе оборудования и главной схеме электростанции, оценка составляет 73–86 баллов.
- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если в ней правильно выполнен выбор основного оборудования и составлена главная схема электрических соединений и студент способен обосновать целесообразность принятых решений, оценка составляет 87-100 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине балл за расчетно-графическую работу учитывается с коэффициентом 0.2 – студент получает 20 баллов за работу в семестре при оценке за расчетно-графическую 100 баллов (правила балльно-рейтинговой системы приведены в рабочей программе дисциплины).

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

1. Разработка схемы подключения дифференциально-фазной защиты линии 220 кВ на базе терминала ШЭ2607 -0 81 - ШЭ2607 -0 86
2. Разработка схемы подключения дифференциально-фазной защиты линии 500 кВ на базе терминала ШЭ2607 -0 81 - ШЭ2607 -0 86
3. Разработка схемы подключения направленной защиты ВЛ с высокочастотной блокировкой 220 кВ на базе терминала ШЭ2607 -0 31.
4. Разработка схемы подключения ступенчатой защиты ВЛ 110 кВ и автоматики управления выключателем на базе терминала ШЭ2607 -011021.
5. Разработка схемы подключения ступенчатой защиты ВЛ 220 кВ и автоматики управления выключателем на базе терминала ШЭ2607 -011021.
6. Разработка схемы подключения резервной защиты ВЛ 220 кВ и автоматики управления выключателем на базе терминала ШЭ2607 -011.
7. Разработка схемы подключения ступенчатой защиты ВЛ 220 кВ и автоматики управления выключателем на базе терминала ШЭ2607 -011021.
8. Разработка схемы подключения релейной защиты блока генератор трансформатор мощностью 100 МВт, работающий на сборные шины 220 кВ .
9. Разработка схемы подключения релейной защиты блока генератор трансформатор мощностью 320 МВт, работающий на сборные шины 500 кВ.
10. Разработка схемы подключения релейной защиты блока генератор трансформатор мощностью 100 МВт, работающий на сборные шины 500 кВ.

5. Перечень вопросов к защите курсового проекта (работы)

1. Схемы вторичных цепей и их назначение.
2. Особенности токовых цепей.
3. Особенности цепей напряжения.
4. Оперативные цепи. Цепи постоянного, выпрямленного и переменного тока.
5. Построение схемы постоянного оперативного тока.
6. Принципиальная схема выпрямленного оперативного тока. Блоки питания.
7. Схема питания оперативных цепей на переменном токе.
8. Схема управления масляного выключателя с трехфазным проводом.
9. Схема управления воздушного выключателя с пофазным приводом и с ОАПВ.
10. Резервирование отключения коротких замыканий в электрических сетях. Ближнее и дальнее резервирование.
11. Способы ближнего резервирования релейной защиты.
12. Построение схем защит ВЛ 110-220 кВ с учетом эффективности ближнего резервирования.
13. Повышение эффективности ближнего резервирования с учетом отказа постоянного тока..
14. Типы панелей защит ВЛ 110-220 кВ.
15. Назначение и область применения УРОВ.

16. Основные принципы выполнения УРОВ,
17. Работа схемы централизованного УРОВ на п/с с двумя рабочими системами сборных шин.
18. Работа схемы УРОВ для п/с 220 кВ со схемой «четырёхугольник».
19. Особенности построения схемы защиты силового трансформатора и автотрансформатора.
20. Резервные защиты автотрансформаторов. Применение панелей защит.
21. Эффективность и область применения дальнего резервирования в сетях 110 кВ и выше.
22. Способы повышения эффективности дальнего резервирования.
23. Эффективность дальнего резервирования при повреждениях трансформатора.