## Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Лысьвенский филиал

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

# «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

#### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Электроснабжение, релейная защита и автоматика»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) Автоматизированный электропривод и

образовательной программы: робототехнические комплексы

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Общенаучных дисциплин

Форма обучения: Очная ,очно-заочная, заочная

**Курс:** 4 Семестр: 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 7 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной устанавливает которая систему оценивания результатов программы, промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы И процедуры текущего контроля успеваемости промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

# 1.Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана всех форм обучения) и разбито на 6 разделов. В каждом разделе предусмотрены аудиторные лекционные, практические занятия и лабораторные работы, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам, практическим занятиям и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

	Вид контроля							
Контролируемые результаты обучения по	Теку	⁄щий	Рубежный		Итоговый			
дисциплине (ЗУВы)	C	T	ОЛР/ ОПЗ	КР		Экзамен		
Усвоенн	ьье знан	ия						
3.1 Знать состав, этапы, последовательность и		T	ОПЗ	КР		TB		
особенности предпроектного обследования и								
проектирования систем релейной защиты,								
автоматики и автоматизации в соответствии с								
техническим заданием и нормативно-технической								
документацией, соблюдая различные технические,								
энергоэффективные и экологические требования								
3.2 Знать основы электроники, схемы, состав	C	T	ОПЗ	КР		TB		
оборудовании, режим работы электротехнических и								
электроэнергетических установок различного								
назначения								
Освоенн	ые умен	ния						
У.1 Уметь применять основные подходы и методики,			ОЛР	KP		П3		
программные и технические средства предпроектного			ОПЗ					
обследования и проектирования объектов релейной								
защиты, автоматики и автоматизации систем								
электроснабжения в соответствии с техническим								
заданием и нормативно-технической документацией,								
соблюдая различные технические, энергоэффективные								
и экологические требования								

У.2 Уметь проектировать схемы релейной защиты и			ОЛР	КР		ПЗ				
автоматики			ОПЗ							
Приобретенные владения										
В.1 Владеть навыками использования основных			ОЛР			КЗ				
программных и технических средств предпроектного			ОПЗ							
обследования и проектирования объектов релейной										
защиты, автоматики и автоматизации систем										
электроснабжения в соответствии с техническим										
заданием и нормативно-технической документацией,										
соблюдая различные технические, энергоэффективные										
и экологические требования										
В.2 Владеть навыками расчета схем и режимов работы			ОЛР			К3				
устройств релейной защиты и автоматики			ОПЗ							

C — собеседование по теме; T — тестирование; K3 — кейс-задача (индивидуальное задание); OJP — отчет по лабораторной работе; OII3 — отчет по практическому занятию; KP — контрольная работа; TB — теоретический вопрос; II3 — практическое задание; K3 — комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в форме экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

# 2.Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата в ЛФ ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный — во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### 2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или тестирования студентов проводится по каждому модулю. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### Типовые задания тестирования:

#### Вариант 1

#### Модуль 1. Режимы работы системы электроснабжения

- 1. От каких видов аварийных режимов защищает релейная защита ...
- а) всех видов коротких замыканий
- б) замыканий на землю
- в) грозовых перенапряжений

### Модуль 2. Токовые защиты систем электроснабжения

- 2. Чем обеспечивается селективность максимальной токовой защиты ...
- а) выбором тока срабатывания реле
- б) выбором уставки по времени
- в) выбором места установки защиты
- 3. Что обеспечивает направленная токовая защита в линиях с двусторонним питанием
  - а) распределение перетоков мощности
  - б) защиту от больших перетоков по сети
- в) селективность действия максимальных токовых защит в линиях с двусторонним питанием

# Модуль 3. Защита элементов сетей электроснабжения

- 4. Продольная дифференциальная защита применяется для элементов ...
- а) ЛЭП, трансформаторов, мощных высоковольтных двигателей и генераторов
- б) только ЛЭП
- в) только трансформаторов
- г) только высоковольтных двигателей и генераторов

# Модуль 4. Автоматизация управления систем электроснабжения

- 5. АПВ это ...
- а) автоматическая проверка выключателя
- б) автоматическое повторное выключение ЛЭП
- в) автоматическое повторное включение ЛЭП
- 6. Для каких элементов электрической системы применяется АПВ (выберите несколько вариантов):
  - а) электродвигателей после отключения их собственной защитой

- б) трансформаторов после отключения их собственной защитой
- в) воздушных ЛЭП после отключения их собственной защитой
- г) воздушных ЛЭП с кабельными вставками после отключения их собственной защитой
  - д) генераторов после отключения их собственной защитой

### Модуль 5. Противоаварийная автоматика подстанций

- 7. Автоматическая частотная разгрузка ....
- а) даёт команду на повышение частоты источников системы
- б) отключает часть не ответственных потребителей от шин контролируемой подстанции для восстановления баланса активной нагрузки и активной мощности генераторов системы
  - в) включает дополнительную нагрузку при превышении частоты.
  - 8. Частотное АПВ ...
  - а) сигнализация дежурному персоналу о восстановлении частоты.
- б) автоматическое повторное включение фидеров, отключённых при работе АЧР
- в) повторное включение фидеров, отключённых при работе АЧР по требованию потребителей
- г) автоматическое повторное включение фидеров, отключённых при работе АЧР после восстановления частоты в системе.

# Модуль 6. Телемеханизация и диспетчерское управление системами электроснабжения

- 9. Автоматический ввод резерва ....
- а) автоматическое включение дополнительных генераторов в системе
- б) автоматическое переключение питания секции (сборки) на дополнительный источник питания заранее определённый, как резервный
- в) автоматическое включение дополнительного источника питания, заранее определённого как резервный
- 10. Автоматическое регулирование коэффициента трансформации понижающего трансформатора ...
- а) регулирование дежурным персоналом числа витков вторичной обмотки понижающего трансформатора
- б) изменение степени магнитного насыщения сердечника понижающего трансформатора
- в) автоматическое регулирование напряжения на низкой стороне ( $\pm$  5%) в соответствии с заданным значением, .для трансформаторов, оборудованных РПН Правильные ответы:
  - 1. а,б
  - 2. б
  - 3. в
  - *4. a*
  - 5. B

- 6. *B,2*
- 7. 6
- 8. г
- 9. б
- 10. в

#### 2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ, практических занятий и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### 2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 10 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### 2.2.2. Защита практических занятий

Всего запланировано 8 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита практических занятий проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### 2.2.3. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 1 рубежная контрольные работа (КР) после освоения студентами разделов дисциплины.

#### Типовое задание КР:

- 1. Расчёт токов короткого замыкания в предложенной схеме электроснабжения, содержащей высоковольтные ЛЭП, понижающие трансформаторы, секции распределительных шин подстанции и присоединённые фидера различных потребителей, конденсаторных батарей.
- 2. Расчёт для отдедьных элементов системы (ЛЭП, трансформаторов, отдельных потребителей) токов срабатывания МТЗ и токовой отсечки, выбор уставок срабатывания реле и выдержек времени, проверка на чувствительность и селективность.

Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

# 2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений

всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

# 2.3.1. Вопросы и задания для экзамена по дисциплине Вопросы для контроля усвоенных знаний и умений:

- 1. Основные требования, предъявляемые к релейной защите. Классификация реле защиты по принципу действия и по назначению.
- 2. Конструкции и принцип действия электромагнитных реле тока, напряжения, времени, промежуточных и указательных.
- 3. Конструкция и принцип действия индукционного реле тока. Область применения.
- 4. Максимальная токовая защита линии с независимой выдержкой времени. Назначение, схема, принцип действия, расчет тока срабатывания.
- 5. Защита линий отсечками по току и напряжению. Назначение, схема, принцип действия, расчет уставок срабатывания реле.
- 6. Максимальная токовая защита линии с блокировкой по напряжению. Назначение, схема, принцип действия, расчет тока срабатывания реле.
- 7. Направленная максимальная токовая защита линий. Назначение, схема, принцип действия.
- 8. Дистанционная защита линий. Область применения, схема, принцип действия защиты.
- 9. Продольная дистанционная защита линий. Принцип действия, достоинства, недостатки.
- 10. Высокочастотная дифференциальная защита линий. Принцип действия, достоинства, недостатки.
- 11. Поперечная дифференциальная защита линий. Область применения, схема, принцип действия защиты, достоинства, недостатки.
- 12. Конструкция, принцип действия реле сопротивления КРС-2. Характеристика реле.
- 13. Области автоматизированного управления состояниями схем питания потребителей и электроприемников
- 14 Основные принципы регулирования частоты в электроэнергетических системах.

Возможные последствия возникновения дефицита активной мощности в системе. «Лавина» частоты.

- 15. Принципы организации автоматической частотной разгрузки (АЧР). Быстродействующая и медленнодействующая категории АЧР. АПВ после АЧР.
- 16. Автоматическое повторное включение Возможности ускорения действия защиты линий при наличии АПВ. Требования к устройствам АПВ.
- 17. Механическое и электрическое АПВ. АПВ трансформатора. АПВ линий с односторонним питанием.
- 18. Автоматический ввод резерва Требования к устройствам АВР; одностороннее и двухстороннее АВР.

- 19. ABP трансформатора. ABP линии. Противоаварийная автоматика силовых трансформаторов Автоматическое отключение трансформатора на подстанции, выполненной по упрощенной схеме.
- 20. Автоматическая аварийная разгрузка трансформатора. Автоматическое управление режимами трансформатора. Автоматическое регулирование Коэффициента Трансформации понижающего трансформатора.
- 21. Противоаварийная автоматика синхронных Машин. Автоматическое регулирование возбуждения синхронных машин, регулирование возбуждения по возмущающемуся воздействию и по отклонению напряжения от установленного значения.
  - 22. Автоматическое управление конденсаторными батареями.
- 23. Автоматизация диспетчерского Управления системами электроснабжения Основные сведения о телемеханизации и диспетчерском управлении.
- 24. Телемеханизация как основа автоматизации диспетчерского управления системой электроснабжения. Понятие сообщения, сигнала, помехи, канала связи, информации. Количественная мера информации. Виды Телемеханической информации.
- 25. Передача данных в системах электроснабжения Несущий процесс, виды модуляции, кодо-импульсная модуляция. Помехозащитные коды. Принципы построения и структура кодо-импульсного устройства телемеханики. Примеры современных кодо-импульсных устройств телемеханики ближнего действия.

## Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

- 1. Задача № 1 Начертить схему максимальной токовой защиты (МТЗ) с независимой выдержкой времени питающей линии потребителя в сочетании с токовой отсечкой (ТО). Вычислить ток срабатывания  $I_{\text{с.з.}}$  максимальной токовой защиты линии, ток уставки срабатывания реле  $I_{\text{у.ср.}}$  Сделать заключение о чувствительности защиты. Вычислить ток срабатывания  $I_{\text{с.з.}}$  токовой отсечки линии, ток уставки срабатывания реле. Сделать заключение о чувствительности защиты. Исходные данные для вычислений приведены в таблице 1 (приложение A).
- 2. Задача № 2 Начертить схему максимальной токовой защиты (МТЗ) токовой отсечки (ТО) двухобмоточного понижающего трансформатора. Вычислить ток срабатывания максимальной токовой защиты  $I_{\text{с.з.}}$ , ток уставки срабатывания реле  $I_{\text{у.ср.}}$  Сделать заключение чувствительности МТЗ. Вычислить ток срабатывания токовой отсечки  $I_{\text{с.з.}}$ , ток уставки срабатывания реле  $I_{\text{у.ср.}}$  Сделать заключение о чувствительности ТО. Тип применяемых в защите токовых реле РТ-40. Исходные данные для вычислений приведены в таблице 2 (приложение Б).

# 2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать*, *уметь*, *владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена

для компонентов *знать*, *уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

# 3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

### 3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### 3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

# Приложение А

Таблица 1

		И	сходные	е данные						
Исходные данные				Номера	а вариант	ОВ				
	1; 11	2; 12	3; 13	4; 14	5; 15	6; 16	7; 17	8; 18	9; 19	10; 20
<i>I</i> раб.max <sup>, A</sup>	280	470	86	340	120	140	250	320	100	180
Кезп	2,8	2	2,5	2,8	2,1	2,4	2,6	2,5	2	2,4
$K_I$	80	120	20	120	30	40	70	120	30	45
<i>I</i> k.min <sup>,kA</sup>	2,0	3,3	1,05	3,0	0,85	0,85	2,0	2,8	0,8	0,85
I k.max <sup>, kA</sup>	2,9	4,5	2,1	3,8	1,3	1,5	2,7	3,2	1,2	1,8
I'k.min	6,4	9,9	5,2	8,0	2,95	3,05	6.2	8,0	3,1	2,96
Схема соединения ТТ и реле защиты	неполна	я звезда	полная	звезда	да неполная звезда		полная	звезда	неполная з	ввезда

# Приложение Б

Таблица 2

#### Исходные данные для задачи № 2

Исходные данные	Номера вариантов									
	1; 11	2; 12	3; 13	4; 14	5; 15	6; 16	7; 17	8; 18	9; 19	10; 20
<sup>S</sup> ном.тр. <sup>кВ·А</sup>	630	4000	400	2500	1600	1600	2500	400	4000	630
$U_{ m 1_{HOM}}$ , к $ m B$	35	35	10	110	35	10	35	10	110	35
<sup>К</sup> тр	8	6	2,5	11	3,5	4	8	16	10	3,5
$K_1$	6	20	15	20	15	14	22	15	20	8
<i>I</i> к.min <sup>2, кA</sup>	9,0	4,6	3,9	2,7	2,1	2,5	4	3,5	2,6	8,5
<b>I</b> k.max, <sup>кA</sup>	12,1	6,0	4,5	3,8	2,2	4,2	6	4.7	3,7	9,7
1к.min1, кА	0,9	2,5	0,6	1,2	1,9	0,8	2,5	0,8	1,3	0,8
Ксзп	2,0	2,6	2,5	2,2	3,0	2,0	2,2	2,5	2,0	2,3
Схема соединения ТТ и реле защиты	непол- ная звезда с двумя реле	полная звезда с тремя реле	неполная звезда с тремя реле	треу- голь- ник с термя реле	треу- голь- ник с двумя реле	непол- ная звезда с двумя реле	пол- ная звезда с тремя реле	не- пол- ная звез- да с тремя реле	тре- уголь- ник с тремя реле	тре- уголь- ник с тремя реле