

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

03 20 23 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.02 Противоаварийная автоматика электроэнергетических систем

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электрические станции

Программа: магистратура

Форма обучения: очная, заочная

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр	1	1
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4/144	4/144
Контактная работа (час.), в том числе	72	16
Лекции (час.)	34	6
Лабораторные работы (час.)	34	4
Практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе	36	92
Курсовой проект/работа (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экз., 36	экз., 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Противоаварийная автоматика электроэнергетических систем» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», магистерская программа «Электрические станции» для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

доцент кафедры

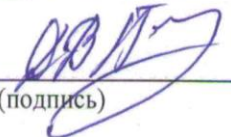
«Электрические системы», к.т.н., доцент  Ларин А.М.

(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электрические системы».

Протокол от «07» 03 2023 года № 8

Заведующий кафедрой


(подпись)

Полковниченко Д.В.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Электрические станции»

Протокол от «14» 03 2023 года № 7

Заведующий кафедрой


(подпись)

Ткаченко С.Н.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от «23» 03 2023 года № 3

Председатель


(подпись)

Ткаченко С.Н.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции»

Протокол от « » _____ 20__ года №

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой «Электрические системы»

Протокол от « » _____ 20__ года №

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Значение дисциплины "Противоаварийная автоматика электроэнергетических систем" в решении общих народнохозяйственных задач заключается в том, что она будет оказывать содействие не только для предотвращения нарушения устойчивости электрических систем в соответствии с определенными правилами, но и способствовать формированию самих правил и стратегий, которые обеспечивают успешность действий.

Целью дисциплины является: формирование комплекса знаний и умений в области противоаварийной автоматики электроэнергетических систем. Овладение методами оценки эффективности различных средств автоматического противоаварийного управления с позицией надежности электроснабжения потребителей и живучести энергосистемы. Предполагается, что вопросы, рассматриваемые в данной дисциплине, должны облегчить адаптацию молодых специалистов к практической деятельности.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- задачи противоаварийного управления в энергосистемах;
- структуру системы противоаварийного управления;
- средства предотвращения аварийного развития процессов в энергосистемах;
- методы расчета переходных процессов при возмущениях и управляющих воздействиях от подсистем противоаварийной автоматики;
- влияние аварий на объектах электроэнергетики на экологическую обстановку регионов;
- основные вопросы организации автоматического противоаварийного управления;
- методы оценки эффективности автоматического противоаварийного управления с позицией надежности работы электроэнергетической системы;

уметь:

- выбирать способы и средства, необходимые для предотвращения нарушения устойчивости режимов энергосистемы;
- определять параметры управляющего воздействия для предотвращения нарушения динамической устойчивости;
- осуществлять ликвидацию асинхронного хода, если предотвратить нарушение устойчивости не удалось;
- определять объём автоматической частотной разгрузки в энергосистемах на соответствие режимных показателей качества нормам;
- использовать упрощенные алгоритмы для анализа динамической устойчивости;
- оценивать эффективность различных мероприятий для обеспечения

надежной и устойчивой работы энергосистемы;

владеть:

- навыками определения необходимых способов и средств противоаварийного управления для сохранения устойчивости;
- методикой определения параметров и осуществления управляющих воздействий, направленных на предотвращение нарушения динамической устойчивости.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований (ПК-1);
- способность эксплуатировать, проводить испытания и ремонт технологического оборудования электроэнергетической и электротехнической промышленности (ПК-9).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана, элективные дисциплины (модули) 2 (ДЭ.2).

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении дисциплин, соответствующих плану подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», а также при освоении предшествующей дисциплины «Специальные режимы электрических систем».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении научно-исследовательской работы и прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

N те- мы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная)				
		Всего	В том числе			
			Лек- ции	Практ. (семин.)	Лабор.	СРС
1	Введение.	3/2	1/0	0/0	0/0	2/2
2	Функции ПА, информация для них и их управляющие воздействия.	5/4	1/0	0/0	2/0	2/4
3	Общая характеристика противоаварийной автоматики.	3/4	1/0	0/0	0/0	2/4
4	Цели и задачи противоаварийного управления.	5/4	1/0	0/0	2/0	2/4

5	Надежность и живучесть энергосистемы. Характер аварийных режимов в энергосистемах.	4/6	2/0	0/0	0/0	2/4
6	Средства противоаварийного управления коммутационного типа. Релейная защита и линейная автоматика.	6/8	2/0	0/0	2/0	2/8
7	АПВ как средство предотвращения нарушения устойчивости на одноцепных линиях электропередачи.	12/11	4/1	0/0	4/0	4/10
8	АПВ как средство предотвращения нарушения устойчивости на двухцепных линиях электропередачи.	13/12	4/1	0/0	6/1	3/10
9	Электрическое торможение генераторов путем параллельного или последовательного подключения резисторов.	11/12	4/1	0/0	4/1	3/10
10	Электрическое торможение генераторов путем включения резисторов в нейтраль трансформатора.	8/9	2/1	0/0	4/0	2/8
11	Коммутационные воздействия в индуктивно-емкостных установках.	4/4	2/0	0/0	0/0	2/4
12	Отключение части генераторов.	8/8	2/1	0/0	4/1	2/6
13	Отключение части нагрузки. Автоматическая частотная разгрузка.	6/6	2/1	0/0	2/1	2/4
14	Деление энергосистемы.	4/4	2/0	0/0	0/0	2/4
15	Средства противоаварийного управления воздействием на момент турбины.	8/6	2/0	0/0	4/0	2/6
16	Средства противоаварийного управления воздействием через систему возбуждения синхронных генераторов.	4/4	2/0	0/0	0/0	2/4
Курсовая работа (проект)		-/-				
Контактная работа (дополнительная)		4/6				
Итого по видам занятий		108/108	34/6	0/0	34/4	36/92
Контроль		36/36				
Итого:		144/144	34/6	0/0	34/4	36/92

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-1	Темы 1 - 6
ПК-9	Темы 7-16

3.2 Лекции

Тема 1. Введение.

Содержание темы 1. Цель курса и предмет изучения. Основные задачи курса и его связь с другими дисциплинами. Аварийные возмущения и их

последствия. Регулирование энергосистемы в нормальных условиях. Противоаварийное управление.

Литература к теме 1: [1, 3].

Тема 2. Функции ПА, информация для них и их управляющие воздействия.

Содержание темы 2. Назначение и состав противоаварийной автоматики. Роль ПА в аварийных процессах. Экономичность и надежность электроснабжения многих потребителей от многих источников. Структура двухузловой схемы, ее состояние и процессы в ней.

Литература к теме 2: [1, 3].

Тема 3. Общая характеристика противоаварийной автоматики.

Содержание темы 3. Общие технические требования к устройствам ПА. Техническое совершенство и надежность. Быстрота. Чувствительность. Селективность. Классификация случаев функционирования.

Литература к теме 3: [1, 2, 3].

Тема 4. Цели и задачи противоаварийного управления.

Содержание темы 4. Назначение и состав противоаварийной автоматики. Роль ПА в аварийных процессах. Общие технические требования к устройствам ПА. Обеспечение требуемого уровня надежности электроснабжения потребителей и живучести энергосистемы. Предотвращение нарушения устойчивости параллельной работы энергосистемы; прекращение асинхронного хода, если предотвратить нарушение устойчивости не удалось; предотвращение выхода за допустимые границы частоты, напряжения и тока.

Литература к теме 4: [1, 2, 4].

Тема 5. Надежность и живучесть энергосистемы. Характер аварийных режимов в энергосистемах.

Содержание темы 5. Понятие надежности, как надежность параллельной работы (устойчивоспособность), которая характеризуется ущербом у потребителя, связанным с аварийным недоотпуском электроэнергии в течение заданного промежутка времени. Живучесть как способность энергосистемы противостоять редким и тяжелым аварийным возмущениям, не допуская каскадного развития аварий с массовым нарушением питания потребителей.

Аварийные возмущения: проходящие, простой переход, короткое замыкание с последующим ослаблением сети, аварийное ослабление сети и аварийный сброс генераторной мощности.

Литература к теме 5: [1, 2].

Тема 6. Средства противоаварийного управления коммутационного типа. Релейная защита и линейная автоматика.

Содержание темы 6. Классификация средств противоаварийного управления по воздействию и характеру действия. Средства управления с воздействием коммутационного типа (отключением-включением элементов силовой схемы энергосистемы); изменением момента первичного двигателя через систему подачи энергоносителя (пара, воды); изменением возбуждения синхронных генераторов и компенсаторов реактивной мощности различного вида; изменением режима мощных преобразовательных устройств в системе передачи, распределения и по-

требления электроэнергии. Средства ПА регуляторные и программные. Автоматические повторные включения и АВР.

Литература к теме 6: [[1](#), [2](#), [4](#)].

Тема 7. АПВ как средство предотвращения нарушения устойчивости на одноцепных линиях электропередачи.

Содержание темы 7. АПВ как средство предотвращения нарушения устойчивости. Виды АПВ. Трехфазные (ТАПВ), однофазные АПВ (ОАПВ). ТАПВ и ОАПВ на одиночных линиях. Обоснование применения АПВ на одноцепных линиях электропередачи. Характер управляющих воздействий при успешных и неуспешных ОАПВ.

Литература к теме 7: [[1](#), [2](#), [4](#)].

Тема 8. АПВ как средство предотвращения нарушения устойчивости на двухцепных линиях электропередачи.

Содержание темы 8. Виды АПВ на двухцепных линиях. Успешные и неуспешные ТАПВ на двухцепных ЛЭП. Успешные и неуспешные ОАПВ. Рекомендации по предотвращению нарушения динамической устойчивости при неуспешных АПВ.

Литература к теме 8: [[1](#), [2](#), [4](#)].

Тема 9. Электрическое торможение генераторов путем параллельного или последовательного подключения резисторов.

Содержание темы 9. Понятие электрического торможения. Схемные решения обеспечения электрического торможения. Параллельное подключение активных сопротивлений. Последовательное включение резисторов. Включение активных сопротивлений в нейтраль трансформаторов. Расчет значений сопротивлений для обеспечения динамической устойчивости систем при параллельном или последовательном включении резисторов. Механизм действия электрического торможения. Требования к коммутационной аппаратуре.

Литература к теме 9: [[1](#)].

Тема 10. Электрическое торможение генераторов путем включения резисторов в нейтраль трансформатора.

Содержание темы 10. Виды повреждений, при которых возможно электрическое торможение. Преимущества и недостатки. Расчет значений сопротивлений для обеспечения динамической устойчивости систем. Механизм действия электрического торможения при включении резисторов в нейтраль трансформаторов. Определение минимально необходимого и максимально допустимого времени осуществления ЭТ для обеспечения удержания генератора в синхронизме в первом цикле качаний и недопущении нарушения устойчивости в последующих.

Литература к теме 10: [[1](#)].

Тема 11. Коммутационные воздействия в индуктивно-емкостных установках.

Содержание темы 11. Назначение и схемы осуществления продольной и поперечной компенсации. Форсирование установки продольной компенсации (УПК) линий. Подключение или форсирование установок поперечной емкостной компенсации. Назначение шунтирующих реакторов, устанавливаемых на длинных ЛЭП. Отключение линейных шунтирующих реакторов как средство повышения

динамической устойчивости. Влияние нагрузки, подключенной в месте установки батарей статических конденсаторов, на условия устойчивости.

Литература к теме 11: [1, 4].

Тема 12. Отключение части генераторов.

Содержание темы 12. Отключение генераторов (ОГ) как управляющее воздействие противоаварийной автоматики. Применение метода «площадей» к анализу эффективности применения ОГ. Влияние соотношения мощностей передающей и приемной частей системы на эффективность ОГ для предотвращения нарушения динамической устойчивости. Влияние длины линии связи на условия обеспечения устойчивости.

Литература к теме 12: [1, 3].

Тема 13. Отключение части нагрузки. Автоматическая частотная разгрузка.

Содержание темы 13. Отключение нагрузки (ОН), как управляющее воздействие противоаварийной автоматики. Применение метода «площадей» к анализу эффективности применения ОН. Сопоставление эффективности осуществления ОГ и ОН. Методика оценки эффективности противоаварийного управления. Обоснование применения АПВ и способа управления отключением нагрузки при неуспешном АПВ. Обоснование применения отключения нагрузки. Пути реализации автоматической частотной разгрузки (АЧР). Отличительные особенности АЧР от отключения нагрузки. Основная цель АЧР - предотвращение недопустимого снижения частоты в дефицитных частях энергосистемы и развития аварии. Две составляющие в системе АЧР: АЧР1 и АЧР2. Задачи АЧР1 и АЧР2.

Литература к теме 13: [1, 2, 3, 4].

Тема 14. Деление энергосистемы.

Содержание темы 14. Деление энергосистемы (ДС) как средство противоаварийной автоматики. Три вида деления системы (ДС): для предотвращения нарушения устойчивости; для прекращения асинхронного хода; деление (выделение энергоблоков) для предотвращения потери собственных нужд при недопустимом снижении частоты в энергосистеме в результате развития аварии. Задачи, которые решаются с помощью ДС. Выявление границ раздела.

Литература к теме 14: [1].

Тема 15. Средства противоаварийного управления воздействием на момент турбины.

Содержание темы 15. Упрощенная схема энергоблока. Способы регулирования мощности турбины. Импульсная разгрузка турбины. Импульсные характеристики и их параметры. Ограничение мощности турбины. Сопоставление импульсной разгрузки и ограничения мощности турбины с отключением генераторов и электрическим торможением. Форсирование мощности турбины. Способы осуществления форсирования мощности турбины.

Литература к теме 15: [1, 3].

Тема 16. Средства противоаварийного управления воздействием через систему возбуждения синхронных генераторов.

Содержание темы 16. Структурные схемы систем возбуждения генераторов с АРВ пропорционального типа и сильного действия. Анализ поведения электрической системы при различных кратностях форсировки возбуждения и длительности их действия. Определение управляющего воздействия для обеспечения предотвращения нарушения динамической устойчивости. Оценка влияния длительности форсировки возбуждения на динамическую устойчивость электрической системы.

Литература к теме 16: [1, 3].

3.3 Практические занятия

Практические занятия в учебном плане не запланированы

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/заочн	Литература
1	Определение предельных параметров управляющего воздействия для предотвращения нарушения устойчивости электрической системы при КЗ.	2/0	[5, 6]
2	Исследование численных методов интегрирования уравнения движения ротора генератора.	2/0	[5, 6]
3	Исследование влияния АПВ на динамическую устойчивость одноцепных ЛЭП.	4/1	[5, 6]
4	Исследование влияния трехфазных АПВ на динамическую устойчивость двухцепных ЛЭП.	2/1	[5, 6]
5	Исследование условий обеспечения динамической устойчивости ЭЭС при неуспешных трехфазных АПВ.	2/0	[5, 6]
6	Исследование ОАПВ как средства предотвращения нарушения устойчивости двухцепных электропередач.	4/0	[5, 6]
7	Исследование электрического торможения генераторов путем параллельного включения активных сопротивлений.	4/1	[5, 6]
8	Исследование электрического торможения генераторов путем последовательного включения активных сопротивлений.	2/0	[5, 6]
9	Исследование электрического торможения генераторов путем включения активных сопротивлений в нейтраль трансформатора.	4/1	[5, 6]
10	Обеспечение динамической устойчивости в системе, состоящей из двух электростанций, путем отключения генераторов.	2/0	[5, 6]
11	Обеспечение динамической устойчивости в системе, состоящей из двух электростанций, путем отключения части нагрузки.	2/0	[5, 6]
12	Обеспечение динамической устойчивости путем импульсной разгрузки турбины.	4/0	[5, 6]
ИТОГО		34/4	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очная/заочная
1	Изучение лекционного материала	18/71
2	Подготовка к практическим занятиям	0/0
3	Подготовка к лабораторным работам	18/12
4	Выполнение курсового проекта	0/0
5	Выполнение курсовой работы	0/0
6	Выполнение индивидуального задания	0/9
ИТОГО		36/92

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Для студентов заочной формы обучения в 1 семестре предусмотрено выполнение контрольной работы по форме **индивидуального задания**.

Тематика задания связана с определением предельного угла и времени отключения короткого замыкания для обеспечения динамической устойчивости; минимально необходимого и максимально допустимого для осуществления электрического торможения генераторов; определением необходимой мощности отключаемой генераторной или нагрузочной мощности; выбором параметров управляющего воздействия при осуществлении импульсной разгрузки мощности турбины.

Цель – закрепление теоретического материала дисциплины и получение практических навыков решения задач, связанных с противоаварийным управлением электрических систем.

В результате выполнения индивидуального задания студент должен:

- уметь применять методику расчета электромеханических переходных процессов при возмущениях в системе с учетом управляющих воздействий от устройств противоаварийной автоматики;
- уметь пользоваться справочной литературой.

Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания – 9 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 15 страниц формата А4 (210×297 мм).

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;

- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;

- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;

- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;

- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;

- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;

- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;

- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Вопросы к экзамену:

- 1 Цели и задачи противоаварийного управления.
2. Надежность и живучесть энергосистемы.
3. Характер аварийных режимов в энергосистемах.
4. Аварийные возмущения: проходящие, простой переход, короткое замыкание с последующим ослаблением сети, аварийное ослабление сети и аварийный сброс генераторной мощности
5. Общая характеристика противоаварийного управления и противоаварийной автоматики.
6. Количественная характеристика эффективности противоаварийного управления.
7. Общая характеристика средств противоаварийного управления.
8. Классификация средств противоаварийного управления электроэнергетических систем по воздействию и характеру действия.
9. Релейная защита и линейная автоматика.
10. АПВ как средство предотвращения нарушения устойчивости на линиях электропередачи.
11. АПВ как средство предотвращения нарушения устойчивости на одноцепных линиях электропередачи.

12. ТАПВ как средство предотвращения нарушения устойчивости на двухцепных линиях электропередачи.

13. ОАПВ как средство предотвращения нарушения устойчивости на двухцепных линиях электропередачи.

14. Рекомендации по предотвращению нарушения динамической устойчивости при неуспешных АПВ на двухцепных линиях.

15. Электрическое торможение генераторов путем параллельного подключения резисторов.

16. Электрическое торможение генераторов путем последовательного подключения резисторов.

17. Электрическое торможение генераторов путем включения резисторов в нейтраль трансформатора.

18. Коммутационные воздействия в индуктивно-емкостных установках. Форсирование установки продольной компенсации.

19. Коммутационные воздействия в индуктивно-емкостных установках. Подключение или форсирование установок поперечной емкостной компенсации.

20. Отключение линейных шунтирующих реакторов как средство повышения динамической устойчивости.

21. Отключение части генераторов.

22. Отключение части нагрузки.

23. Обоснование применения отключения нагрузки.

24. Сопоставление эффективности осуществления ОГ и ОН.

25. Обоснование применения АПВ и способа управления отключением нагрузки при неуспешном АПВ.

26. Автоматическая частотная разгрузка.

27. Деление энергосистемы для предотвращения нарушения динамической устойчивости.

28. Деление энергосистемы для ликвидации асинхронного хода в электрической системе.

29. Деление (выделение энергоблоков) для предотвращения потери собственных нужд при недопустимом снижении частоты в энергосистеме.

30. Общая характеристика средств противоаварийного управления воздействием на момент турбины.

31. Импульсная разгрузка турбины.

32. Ограничение мощности турбины.

33. Сопоставление импульсной разгрузки и ограничения мощности турбины с отключением генераторов и электрическим торможением.

34. Форсирование мощности турбины. Способы осуществления форсирования мощности турбины.

35. Средства противоаварийного управления воздействием через систему возбуждения синхронных генераторов.

36. Примеры оценки эффективности и обоснования применения средств противоаварийного управления.

37. Организация системы автоматического противоаварийного управления.

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Уровень высшего профессионального образования: магистратура
 Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
 Магистерская программа: Электроэнергетические системы и сети
 Семестр: 3
 Учебная дисциплина: Противоаварийная автоматика электроэнергетических систем

БИЛЕТ № 2

1. Классификация средств противоаварийного управления электроэнергетических систем по воздействию и характеру действия.
2. АПВ как средство предотвращения нарушения устойчивости на одноцепных линиях электропередачи.
3. Импульсная разгрузка турбины.

Утверждено на заседании кафедры «Электрические системы»,
 протокол № __ от __. __.20__ г.

Зав. кафедрой Полковниченко Д.В. Экзаменатор Ларин А.М.

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Противоаварийная автоматика электроэнергетических систем»
 для обучающихся по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
 (магистерская программа - Электроэнергетические системы и сети)

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. К экзамену по дисциплине «Противоаварийная автоматика электроэнергетических систем» допускаются студенты, полностью выполнившие текущие учебные задания в течение учебного семестра (выполнили, оформили и защитили отчеты по всем лабораторным работам; выполнили и защитили индивидуальную расчетно-графическую работу).

Форма проведения экзамена – письменная. Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 3 вопроса. Каждый из них требует конкретного ответа. При необходимости отвечающий должен сопровождать свои ответы поясняющими рисунками (схемы, диаграммы, характер изменения параметров переходного режим, энергетические соотношения и др.).

Вопросы охватывают теоретическую часть курса, и одновременно требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе выполнения лабораторных работ и индивидуального задания.

Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 33,3 балла.

При подсчете баллов за каждый теоретический вопрос от максимального количества баллов снимается за:

- мелкие ошибки: от 1 до 3 баллов;

- неполное раскрытие вопроса: от 3 до 7 баллов;
- значительные неточности в ответах и ошибки при выводе формул, построении диаграмм: от 7 до 15 баллов;
- существенные ошибки, нет ответов на большинство вопросов, задание не выполнено полностью: от 22 до 33 баллов;

Итоговая оценка определяется по количеству баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

Утверждено на заседании кафедры «Электрические системы»,
протокол № ____ от __. __. 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ Полковниченко Д.В.

4.3 Критерии оценивания

1. Оценка «**отлично А**» (90,0 - 100 баллов) выставляется, если студент в полном объеме усвоил программный материал, исчерпывающе раскрыл теоретическое содержание вопросов билета, не затрудняется с ответом на дополнительные вопросы экзаменатора, продемонстрировал необходимые навыки и умение правильно применять теоретические знания в практической деятельности, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно анализировать, обобщать и последовательно, логично, аргументировано излагать материал, не допуская ошибок.

2. Оценка «**хорошо В**» (80 – 89 баллов) выставляется, если студент знает программный материал, правильно, по существу и последовательно излагает содержание вопросов билета (задания), при ответе не допустил существенных ошибок и неточностей.

3. Оценка «**хорошо С**» (75 – 79 баллов) выставляется, если студент знает программный материал, правильно, по существу и последовательно излагает содержание вопросов билета (задания), при ответе допустил некоторые ошибки и неточности в ответе.

3. Оценка «**удовлетворительно D**» (70 – 74 балла) выставляется, если студент усвоил только основные положения программного материала, содержание вопросов билета изложил поверхностно, без должного обоснования, допускает

неточности и ошибки, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, испытывает затруднения при ответе на часть дополнительных вопросов.

Оценка «удовлетворительно Е» (60 – 69 баллов) выставляется, если студент не достаточно усвоил основные положения программного материала, содержание вопросов билета изложил не в полном объеме и поверхностно, без должного обоснования, допускает значительные неточности в формулировках и ошибки при выводах формул и построении векторных диаграмм, испытывает затруднения при ответе на большую часть дополнительных вопросов.

4. Оценка «неудовлетворительно FX» (35 - 59 баллов) выставляется, если студент не знает основных положений программного материала, при ответе на билет допускает существенные ошибки, не смог ответить на большинство дополнительных вопросов или вообще отказался отвечать.

5. Оценка «неудовлетворительно F» (менее 34 баллов) - выставляется, если студент полностью не выполнил поставленное задание.

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам выполнения лабораторных работ, во время контрольных опросов в ходе проведения занятий.

4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах

На примере темы «Исследование электрического торможения генераторов путем параллельного включения активных сопротивлений».

1. Что такое электрическое торможение синхронных генераторов?
2. Какие существуют способы параллельного включения активных сопротивлений. В чем их достоинства и недостатки?
3. При каком виде КЗ эффективность ЭТ путем параллельного включения резисторов наибольшая?
4. Сформулируйте условие обеспечения устойчивости во всех циклах качаний ротора генератора за счет параллельного включения активных сопротивлений.
5. Что произойдет, если время отключения резистора будет больше максимально допустимого?
6. Что произойдет, если при выполнении условия $t_{отк} = t_{max}$, найденного для какого-либо значения $R_{ЭТ}$ выполнить расчет переходного процесса при большем значении $R_{ЭТ}$?
7. Что произойдет, если при выполнении условия $t_{отк} = t_{min}$, найденного для какого-либо значения $R_{ЭТ}$ выполнить расчет переходного процесса при меньшем значении $R_{ЭТ}$?
8. Почему включение резисторов, когда существует КЗ малоэффективно?

4.5 Курсовое проектирование

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Долгов, А. П. Переходные электромеханические процессы электрических систем : учебное пособие / А. П. Долгов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 236 с. — ISBN 978-5-7782-3837-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/99204.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Дадонов, Д. Н. Организация противоаварийного управления в энергосистемах : учебное пособие / Д. Н. Дадонов, Е. А. Кротков. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 74 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105040.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

II Дополнительная литература

3. Автоматика управления режимами электроэнергетических систем : учебное пособие / составители А. Н. Козлов. — 2-е изд. — Благовещенск : Амурский государственный университет, 2017. — 64 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/103838.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Цыгулёв, Н. И. Основы электромеханических переходных процессов в электроэнергетических системах : учебное пособие / Н. И. Цыгулёв, В. А. Шелест, В. К. Хлебников. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2018. — 157 с. — ISBN 978-5-7890-1642-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117821.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/117821>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

5. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Противоаварийная автоматика электроэнергетических систем" [Электронный ресурс] : для обучающихся направления подготовки 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" : (магистерских программ "Электроэнергетические системы и сети", "Электрические станции") / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. электр. систем ; [сост.:

А.М. Ларин и др.]. - 2 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/21/m5885.pdf>.

6. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине "Противоаварийная автоматика электроэнергетических систем" [Электронный ресурс] : для обучающихся направления подготовки 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" : (магистерские программы "Электроэнергетические системы и сети", "Электрические станции") / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. электр. систем ; [сост.: А.М. Ларин, С.А. Григорьев]. - 307 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/20/m5672.pdf>.

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>.

ЭБС IPR SMART - <http://www.iprbookshop.ru/>.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

1. Учебная лаборатория №8.509, учебный корпус 8, для проведения занятий лекционного типа, лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: С П-1100 (ОС - Windows XP Professional x86 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), SMathStudio-0.98 (бесплатная версия), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты).

7.2 Практические занятия:

Проведение практических занятий учебным планом не предусмотрено.

7.3 Лабораторные работы:

3. Дисплейный класс №8.512а, учебный корпус 8, для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций (мультимедийное оборудование: компьютеры Cel/2.53GHz/512Mb/40Gb, Cel/2.53GHz/256Mb/40Gb, Intel Pentium 4 3Ghz/512M, Core i3 3.0 Ghz (ОС - Windows XP Professional x86 и Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), SMathStudio-0.98 (бесплатная версия), Mathcad Express (бесплатная версия), LibraCAD 2.1 (бесплатная лицензия), FreeMat (бесплатная лицензия) Digsilent PowerFactory 14.0 (лицензия), мониторы TFT-17", мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска передвижная, столы аудиторные, стулья ученические).

7.4 Самостоятельная работа:

4. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОН-НТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).