

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



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

«31» марта 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.02.02. Автоматическое регулирование в электрических системах

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки:

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль):

Электрические станции

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр	1	3
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4,0/144	4,0/144
Контактная работа (час.), в том числе	53	20
лекции (час.)	17	6
лабораторные работы (час.)	34	8
практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе	55	88
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен (36)	Экзамен (36)

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Автоматическое регулирование в электрических системах» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника» (Направленность (профиль) – «Электрические станции») для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

доцент кафедры

«Электрические системы», к.т.н.

Гуляева И.Б.
(подпись) Гуляева И.Б.

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

Протокол от « 14 » 03 20 23 года № 7

Заведующий кафедрой Ткаченко С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

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

Протокол от « 23 » 03 20 23 года № 3

Председатель Ткаченко С.Н.
(подпись) (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 продлена для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от « ____ » ____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой ____
(подпись) (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.)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы автоматизации технологического процесса в электроэнергетике.

Целью дисциплины является: формирование знаний по применению основ теории автоматического управления в устройствах автоматики электрических систем и реализации этих принципов в конкретных устройствах автоматики.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- принципы построения автоматических систем регулирования в электрических системах и их математическое описание;
- методы моделирования автоматических систем регулирования на ЭВМ;
- работу отдельных узлов автоматически эксплуатируемых систем;

уметь:

- составлять структурные схемы автоматических систем регулирования энергетического оборудования;
- моделировать системы регулирования на ЭВМ, оценивать качество регулирования системы по ее переходной характеристике, настраивать автоматические системы регулирования;

владеть:

- способами представления результатов обобщения и критического анализа результатов исследований по вопросам электроэнергетических систем и сетей;
- навыками практического применения создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов для автоматических систем регулирования;
- навыками по обеспечению требований к установившимся и переходным режимам работы электрических систем.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований (ПК-1);
- способен применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений (ПК-3);
- способен применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности (ПК-4).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

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

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин, соответствующих плану подготовки бакалавров по

направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

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

№ тем	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ. (Семина.)	Лабор.	СРС
1	Введение	3/3	1/0	-	2/0	0/3
2	АРВ синхронных машин	22/22	4/2	-	8/2	10/18
3	Автоматическая компенсация емкостного тока замыкания на землю	22/22	4/2	-	8/2	10/18
4	Автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности	22/22	4/1	-	8/2	10/19
5	Автоматическое регулирование частоты и активной мощности	22/22	4/1	-	8/2	10/19
6	АВР и АПВ	15/11	-	-	-	15/11
Контактная работа (дополнительная)		2/6				
Курсовая работа (проект)		0/0				
Итого по видам занятий		144/144	17/6	0	34/8	55/88
Контроль		36/36				
ИТОГО		144				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-1	Темы 1-6
ПК-3	Темы 1-6
ПК-4	Темы 2-5

3.2. Лекции

Тема 1. Введение.

Содержание темы 1:

Основные задачи курса и его связь с другими дисциплинами. Основные направления автоматизации электрических систем. Краткая характеристика развития устройств автоматического регулирования в электрических системах.

Литература к теме 1: [1, 2, 3].

Тема 2. АРВ синхронных машин.

Содержание темы 2:

Назначение автоматического регулирования возбуждения (АРВ). Основные показатели возбудителей синхронных генераторов. Синхронный генератор, как объект регулирования. Динамические характеристики генераторов и возбудителей. Основные типы систем возбуждения и способы их регулирования. Системы с электромашинными возбудителями постоянного тока. Тиристорные системы самовозбуждения. Тиристорные системы независимого возбуждения. Бесщеточная система возбуждения. Автоматическое регулирование возбуждения генераторов с электромашинными возбудителями. Схемы токового и фазового компаундирования. Электромагнитный корректор напряжения. Автоматические регуляторы возбуждения с устройством компаундирования и электромагнитным корректором напряжения. Работа регуляторов. Особенности настройки измерительного органа напряжения. Автоматический регулятор возбуждения сильного действия. Назначение и алгоритм автоматического регулирования. Типы автоматических регуляторов возбуждения сильного действия (АРВ СД). Функциональная схема электромашинного АРВ СД. Принципы построения измерительных органов частоты и напряжения электромагнитных и полупроводниковых АРВ СД. Система управления тиристорным возбудителем. Кривые мгновенных фазных напряжений на вентильях рабочего и форсирующего выпрямителя. Структурная схема управления тиристорами и графики ее работы. Математическое описание схемы. Автоматическая регулировка реактивной мощности синхронных компенсаторов. Особенности регулирования. Регулятор возбуждения синхронных компенсаторов.

Литература к теме 2: [1, 2, 3].

Тема 3. Автоматическая компенсация емкостного тока замыкания на землю.

Содержание темы 3:

Автоматическая компенсация емкостного тока в электрических сетях напряжением 6-35 кВ. Общие положения. Требования к системе автоматической компенсации емкостного тока. Основные характеристики дугогасящих реакторов (ДР). Режимы электрической сети с компенсацией емкостного тока. Устойчивый режим однофазного замыкания на землю. Переходные процессы при дуговом замыкании фазы на землю. Принципы построения измерительных органов регуляторов дугогасящих реакторов. Использование фазовых регуляторов в нормальном режиме сети и при замыкании на землю. Структурная схема фазового регулятора для управления ДР в нормальном режиме. Регуляторы, используемые для определения настройки по принципу измерения частоты свободных колебаний напряжения нейтрали.

Литература к теме 3: [1, 2, 3].

Тема 4. Автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности.

Содержание темы 4:

Задачи и способы регулирования. Условия и способы распределения реактивной нагрузки электростанции между синхронными генераторами. Устройство изменения статизма внешней характеристики генератора. Групповое автоматическое управление возбуждением генераторов. Способы осуществления

и их математическое описание. Астатическое групповое управления возбуждением синхронных генераторов с АРВ СД. Автоматическая регулировка коэффициентов трансформации трансформаторов. Основные особенности регулирования коэффициента трансформации. Схема подключения регулятора. Схема измерительной части и структурная схема регулятора АРТ-1Н.

Литература к теме 4: [1, 2, 3].

Тема 5. Автоматическое регулирование частоты и активной мощности.

Содержание темы 5:

Назначение автоматического регулирования частоты и активной мощности. Режимы работы агрегата на электростанции. Генератор и турбина, как объекты регулирования частоты и активной мощности. Автоматический регулятор частоты вращения турбины (АРЧВ). Параллельная работа агрегатов, оснащенных АРЧВ. Автоматическое регулирование частоты и мощности в электрических сетях. Характеристики тепловых электростанций. Оптимальное распределение нагрузки в электрической системе без учета потерь. Распределение нагрузки между электростанциями при учете потерь. Методы регулирования частоты и активной мощности. Автоматическое регулирование частоты и мощности по мнимостатичным характеристикам. Автоматическое регулирование частоты и мощности по пропорционально интегральному отклонению. Схемы регулирования и их работа. Автоматическое регулирование мощности в электрической системе с несколькими частотно-регулируемыми электростанциями. Централизованная АСРЧ и М. Децентрализованная АСРЧ и М. Комбинированная АСРЧ и М. Особенности регулирования частоты в объединенных электрических системах. Автоматическая регулировка и ограничение перетоков активной мощности по линиям высокого напряжения. Регулирование частоты со статизмом по перетокам мощности. Регулирование частоты и обменной мощности в объединенной электрической системе (ОЭС). Структурная схема регулирования частоты и мощности в ОЭС.

Литература к теме 5: [1, 2, 3].

Тема 6. АВР и АПВ.

Содержание темы 6:

Назначение и область применения АВР. Настройка элементов АВР. Схемы АВР линий. Схемы АВР трансформаторов. Назначение и область применения АПВ. Основные варианты устройств АПВ. Схема АПВ с пуском от релейной защиты. Схема АПВ с пуском от несоответствия положения ключа управления и выключателя.

Литература к теме 6: [1, 2, 3].

3.3 Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланировано.

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очная/заочная	Литература
1	Введение	2/0	[1, 2, 3, 4]
2	АРВ синхронных машин	8/2	[1, 2, 3, 4]
3	Автоматическая компенсация емкостного тока замыкания на землю	8/2	[1, 2, 3, 4]
4	Автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности	8/2	[1, 2, 3, 4]
5	Автоматическое регулирование частоты и активной мощности	8/2	[1, 2, 3, 4]
ИТОГО		34/8	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очная/заочная
1	Изучение лекционного материала	25/30
2	Подготовка к практическим занятиям	0
3	Подготовка к лабораторным работам	30/40
4	Выполнение курсового проекта	0
5	Выполнение курсовой работы	0
6	Выполнение индивидуального задания	0/18
ИТОГО		55/88

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

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

Для студентов заочной формы обучения в 3 семестре предусмотрено выполнение контрольной работы по форме **индивидуального задания**.

Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением заданий по анализу устойчивости и качества автоматической системы регулирования напряжения генератора, а также исследованием автоматической системы регулирования дугогасящего реактора. Цель – закрепление знаний, полученных во время лекционных и лабораторных занятий, получение практических навыков решения поставленных задач.

В результате выполнения работы студент должен:

- знать принципы построения автоматических систем регулирования в электрических системах и их математическое описание;
- уметь составлять структурные схемы автоматических систем регулирования энергетического оборудования, моделировать системы регулирования на ЭВМ.

Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания – 18 часов. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 20 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. Влияние АРВ на пропускную способность и устойчивость.
2. Задачи, решаемые системой автоматического регулирования возбуждения синхронного генератора.
3. Показатели для оценки качества возбудителя синхронного генератора.
4. Системы АРВ с электромашинным возбудителем постоянного тока.
5. Системы АРВ с тиристорными системами самовозбуждения.
6. Системы АРВ с тиристорными системами независимого возбуждения.
7. Системы АРВ с бесщеточными системами возбуждения.
8. Синхронный генератор как объект автоматического регулирования.
9. Токовое компаундирование синхронных генераторов.
10. Фазовое компаундирование синхронных генераторов.
11. Измерительный орган напряжения: односистемный корректор.

12. Управляемое фазовое компаундирование.
13. Двухсистемный корректор напряжения.
14. Схема силового управляемого фазового компаундирования.
15. Релейное управление возбуждением.
16. Особенности регулирования возбуждения при бесщеточном возбудителе.
17. Назначение и особенности регулирования возбуждения сильного действия (АРВ СД).
18. Алгоритм АРВ СД.
19. Типы АРВ СД их характеристика.
20. Функциональная схема АРВ СД.
21. Измерительный орган напряжения электромагнитного АРВ СД.
22. Измерительный орган частоты электромагнитного АРВ СД.
23. Измерительный орган тока ротора (ИОТР) электромагнитного АРВ СД.
24. Измерительный орган реактивного тока ротора (ИОРТ) электромагнитного АРВ СД.
25. Измерительный орган напряжения полупроводникового АРВ СД.
26. Измерительный орган частоты полупроводникового АРВ СД.
27. Структурная схема аналого–цифрового АРВ СД.
28. Работа АЦП цифрового АРВ СД.
29. Микропроцессорный регулятор АРВ СД.
30. Ограничитель минимального возбуждения.
31. Система управления тиристорами.
32. Задачи и способы регулирования напряжения и реактивной мощности.
33. Условия и способы распределения реактивной нагрузки электростанции между синхронными генераторами.
34. Схемы токовой стабилизации.
35. Схема трехфазного элемента статизма.
36. Элемент установки отрицательного добавочного статизма.
37. Способ осуществления группового автоматического управления возбуждением синхронных генераторов.
38. Устройство уравнивания реактивных нагрузок синхронных генераторов.
39. Астатическое групповое управление возбуждением синхронных генераторов с АРВ СД.
40. Особенности регулирования реактивной мощностью СК.
41. Электромагнитный регулятор СК на основе токового и фазового компаундирования.
42. Автоматический регулятор знакопеременного возбуждения.
43. Требование к устройству автоматического регулирования коэффициента трансформации трансформатора.
44. Схемы переключения ответвлений трансформатора.
45. Схема и характеристики измерительного органа УАРТН-2М.
46. Схема и характеристики ИОН регулятора коэффициента трансформации.
47. Структурная схема АРКТ типа БАУ РПН.
48. Измерительный орган регулятора АРТ – 1Н.

49. Структурная схема регулятора АРТ – 1Н.
50. Структурная схема системы управления напряжением и мощностью подстанции с двухобмоточными трансформаторами.
51. Особенности автоматического управления напряжением и мощностью подстанции с трехобмоточными трансформаторами.
52. Общие сведения про компенсацию емкостного тока.
53. Преимущества сетей с компенсацией емкостного тока.
54. Анализ типов дугогасящих реакторов.
55. Переходные процессы при замыкании на землю через переходное сопротивление.
56. Переходные процессы при дуговом замыкании на землю.
57. Влияние точности настройки реактора на время между повторными замыканиями на землю.
58. Оценка сопротивления заземляющей дуги.
59. Нормальный режим компенсированной электрической сети.
60. Определение емкости дополнительного конденсатора для создания искусственной несимметрии.
61. Фазовый принцип настройки реактора в нормальном режиме работы сети.
62. Фазовый принцип настройки дугогасящего реактора при замыкании на землю через переходное сопротивление.
63. Функциональная схема регулятора с импульсным измерением угла φ_z при всех видах ОЗНЗ.
64. Функциональная схема фазового регулятора для настройки реактора в нормальном режиме работы сети.
65. Частотный принцип настройки дугогасящего реактора.
66. Экстремальный метод настройки дугогасящего реактора.
67. Назначение автоматического регулирования частоты и мощности.
68. Режимы работы агрегатов на электростанциях.
69. Модель агрегата в режиме холостого хода.
70. Модель генератора в режиме автономной нагрузки.
71. Модели паровых турбин.
72. Автоматические регуляторы частоты вращения (общие сведения).
73. Функциональная схема АРЧВ. Статическая характеристика агрегата с АРЧВ.
74. Гидромеханический АРЧВ.
75. Структурная схема АСР ЧиМ с АРЧВ пропорционального действия ($W_{\text{зам}}(p)$, условие аperiodического переходного процесса).
76. Характеристики парогенераторов.
77. Характеристики паровых турбин.
78. Оптимальное распределение нагрузки в электрической сети без гидроэлектростанций и без учета потерь.
79. Оптимальное распределение нагрузки в электрической сети с ГЭС без учета потерь в сетях.

80. Распределение нагрузок между электростанциями в сети при учете потерь.
81. АСРЧ и М с одной частотно-регулируемой электростанцией.
82. Закон регулирования частоты и мощности по мнимостатическим характеристикам.
83. Принципиальная схема АСРЧ и М по мнимостатическим характеристикам, работа схемы.
84. Пропорционально-интегральный закон регулирования частоты и мощности.
85. Автоматическое регулирование частоты и мощности с несколькими частоторегулируемыми станциями.
86. Централизованная АСРЧ и М ОРГРЭС.
87. Децентрализованная АСРЧ и М ВНИИЭ.
88. Учет потерь в сетях при оптимальном распределении нагрузки между ЧРЭС в централизованной АСРЧ и М.
89. Учет потерь в децентрализованной АРЧ и М.
90. Комбинированная АСР ЧиМ.
91. 25 Общие сведения об автоматическом регулировании перетоков по линиям высокого напряжения.
92. Регулирование частоты со статизмом по перетоку мощности.
93. Регулирование частоты и обменной мощности в ОЭС.
94. Общие сведения об автоматическом регулировании частоты и мощности в ОЭС и ЕЭС.
95. Функциональная схема АСРЧ и М на уровне ОЭС.
96. Регулирующее воздействие, передаваемое на электростанции в АСР ЧиМ ЭСП на уровне ОЭС.
97. Принципиальная схема цифрового регулятора частоты и перетоков.

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования:	магистратура
	(бакалавриат, специалитет, магистратура)
Направление подготовки (специальность):	13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
	(код, название)
Профиль:	Электрические станции
	(название)
Семестр:	I
Учебная дисциплина:	Автоматическое регулирование в электрических системах

БИЛЕТ № 1.

1. Каково влияние АРВ на пропускную способность и устойчивость.
2. Система управления тиристорами.
3. Приведите структурную схему линеаризованной АСР напряжения генератора (измерительный орган напряжения представлен в виде сумматора и пропорционального звена). Приведите передаточные функции звеньев.

Утверждено на заседании кафедры	Электрические станции
	(наименование кафедры полностью)
Протокол	№ от 20 г.
Зав. кафедрой	Ткаченко С.Н.
	(подпись) (Ф.И.О.)
Экзаменатор	Гуляева И.Б.
	(подпись) (Ф.И.О.)

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Автоматическое регулирование в электрических системах» для обучающихся по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль - Электрические станции)

Экзамен проводится письменно по билетам. Экзаменационные билеты содержат два теоретических вопроса, каждый из которых требует конкретного ответа, и практическое задание. При необходимости отвечающий должен сопроводить написанное поясняющей схемой (рисунком)

Вопросы охватывают теоретическую часть курса, а также требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе лабораторных работ.

Правильный ответ на вопрос оценивается в пятнадцать баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов. При подсчете баллов за каждый теоретический вопрос от максимального количества баллов снимается за:

- неполное раскрытие вопроса: от 3 до 8 баллов;
- существенные ошибки: от 5 до 10 баллов;
- мелкие ошибки: от 1 до 3 баллов.

Практическое задание, выполненное в полном объеме, оценивается максимальным баллом 20. При отсутствии выполнения задания обучающийся получает ноль баллов.

При подсчете баллов за задачу от максимального количества баллов снимается за:

- неполное решение: от 5 до 15 баллов;
- существенные ошибки по ходу решения: от 10 до 15 баллов;
- мелкие ошибки: от 2 до 5 баллов.

Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ESTS.

Утверждено на заседании кафедры «Электрические станции»,

протокол № ____ от __.__.20__ г.

Заведующий кафедрой _____ Ткаченко С.Н.

4.3 Критерии оценивания

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам практических занятий, лабораторных работ; студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы.

Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	2	Задание выполнено правильно, решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	1	Задание выполнено в целом правильно, решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	34	Из расчёта 17 аудиторных занятий для проведения лабораторных работ. Оценивается каждое занятие.
Контрольные опросы на лекциях	4	Полные аргументированные ответы на поставленные вопросы
	2	Неполное раскрытие вопросов
Итого по контрольным опросам на лекциях (максимально возможное)	16	Из расчёта проведения 4-х опросов по 4-м рассматриваемым темам. Оценивается каждый опрос.
ИТОГО:	50	Максимально возможное
Для студентов очно-заочной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	6	Задание выполнено правильно, решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	3	Задание выполнено в целом правильно, решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	36	Из расчёта 6 аудиторных занятий для проведения лабораторных работ. Оценивается каждое занятие.
Контрольные опросы на лекциях	7	Полные аргументированные ответы на поставленные вопросы
	4	Неполное раскрытие вопросов
Итого по контрольным опросам на лекциях (максимально возможное)	14	Из расчёта проведения 2-х опросов по 2-м рассматриваемым темам. Оценивается каждый опрос.
ИТОГО:	50	Максимально возможное
Для студентов заочной формы обучения		
Выполнение контрольной работы (индивидуального задания)	50	При выполнении задания приняты правильные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена без

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
		замечаний
	30	Задание выполнено в целом правильно, но решения не всегда обоснованы, имеются замечания по оформлению.
ИТОГО:	50	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса, каждый из которых требует конкретного ответа, и практическое задание. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

В случае, если ответ на вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается меньшее количество баллов в соответствии с вышеприведенными критериями. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	вопрос 1	15
	вопрос 2	15
	практическое задание	20
ИТОГО:		50

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества 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	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	
		Неудовлетворительно

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

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

На примере лабораторной работы: «Анализ устойчивости и качества автоматической системы регулирования напряжения генератора».

1. Какие задачи возлагаются на систему автоматического регулирования возбуждения синхронных генераторов?
2. Какие возмущающие воздействия, влияют на АРВ?
3. Какие есть типы систем возбуждения синхронных генераторов?
4. Перечислите основные элементы и их назначение соответствующего типа системы возбуждения.
5. Как моделируется объект регулирования в АСР напряжения генератора?
6. Какие типы устройств компаундирования применяются в АСР напряжения генератора?
7. Объясните принцип работы ИОН на основе трансформатора, который насыщается.
8. Запишите в операторной или дифференциальной форме закон регулирования возбуждения синхронного генератора сильного действия.
9. Какие способы коррекции применяются для улучшения качества АСР напряжения синхронного генератора?
10. Принципы работы измерительных органов напряжения и частоты АРВ СД.

4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование по дисциплине "Автоматическое регулирование в электрических системах" не запланировано.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 Основная литература

1. Шойко, В. П. Автоматическое регулирование в электрических системах : учебное пособие / В. П. Шойко. — 2-е изд. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 195 с. — ISBN 978-5-7782-3598-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91731.html>
2. Ившин, В. П. Автоматическое регулирование : учебное пособие / В. П. Ившин, М. Ю. Перухин. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 80 с. — ISBN 978-5-7882-1941-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/79258.html>

II Дополнительная литература

3. Глазырин, Г. В. Теория автоматического регулирования : учебное пособие / Г. В. Глазырин. — 2-е изд. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 168 с. — ISBN 978-5-7782-3438-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91740.html>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

4. Методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине "Автоматическое регулирование в электрических системах" [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. И.Б. Гуляева. - 1 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/20/m5567.pdf>

5 Методические указания к самостоятельной работе и выполнению индивидуального задания по дисциплине "Автоматическое регулирование в электрических системах" [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. И.Б. Гуляева. - 1 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/20/m5566.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:

Учебная лаборатория №8.506а, учебный корпус 8, для проведения занятий лекционного типа, лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: С II-700tray (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).

7.2 Лабораторные работы:

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).

7.3 Самостоятельная работа:

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 ДОННТУ) 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).