

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрические станции и подстанции»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки	13.03.02
Наименование направления подготовки	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Цифровая энергетика
Форма обучения	очно-заочная

Аннотация

Дисциплина «Электрические станции и подстанции» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией»;

ПК-5 «Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением назначения, основных параметров, конструкции и принципов работы электротехнического оборудования, схем электрических соединений электростанций и подстанций, распределительных устройств, систем собственных нужд электростанций.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, курсовая работа, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (в 8 семестре) и дифференциального зачета (в 9 семестре).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Формирование у обучающихся профессиональных знаний и умений с учетом применения современных цифровых технологий в области энергетики, а также знакомство обучающихся с основным электрооборудованием электрических станций и подстанций. Дисциплина формирует у обучающихся готовность к использованию знаний в области устройства электрооборудования и электрических схем соединений электростанций и подстанций, изучения особенностей проектирования и эксплуатации электрооборудования подстанций, умений и навыков в выборе условий их работы в составе электроэнергетической системы.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией	ПК-3.Д.1 выполняет сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности ПК-3.Д.2 разрабатывает эскизные и рабочие чертежи графической части рабочей и проектной документации ПК-3.Д.3 использует средства автоматизированного проектирования для оформления рабочей документации объектов профессиональной деятельности ПК-3.Д.5 выполняет расчеты для проектирования объектов профессиональной деятельности ПК-3.Д.6 определяет параметры элементов объектов профессиональной деятельности
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы	ПК-5.Д.1 анализирует зависимости между параметрами и характеристиками компонентов электроэнергетической системы

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Общая энергетика;
- Электрические машины;
- Электрические системы и сети.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии;
- Системы цифровой диспетчеризации;
- Производственная преддипломная практика.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№8	№9
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	2/ 72	1/ 36
Из них часов практической подготовки	34	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	51	34	17
в том числе:			
лекции (Л), (час)	17	17	
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17	
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	27	27	
Самостоятельная работа, всего (час)	30	11	19
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.	

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Электрические станции и подстанции: определения, назначение и основные показатели. Тема 1.1. Основные понятия и определения. Типы электростанций, подстанций и их характеристики. Тема 1.2. Режимы энергосистемы и участие электростанций в выработке электрической энергии. Тема 1.3. Требования, предъявляемые к электрическому оборудованию и токопроводам, к качеству электроэнергии и надежности электроснабжения.	2		2		1

<p>Раздел 2. Проводники, изоляторы и кабели.</p> <p>Тема 2.1. Неизолированные жесткие и гибкие проводники. Кабели. Нагревание проводников и аппаратов при коротком замыкании.</p> <p>Тема 2.2. Изоляторы: опорные, проходные и подвесные.</p> <p>Тема 2.3. Условия выбора марок ВЛЭП, КЛЭП и типов изоляторов.</p> <p>Тема 2.4. Виды опор ЛЭП.</p>	2				1
<p>Раздел 3. Коммутационные электрические аппараты.</p> <p>Тема 3.1. Электрическая дуга в выключателях и методы ее тушения. Выключатели переменного тока свыше 1000 кВ: требования, предъявляемые к выключателям. Масляные, воздушные, вакуумные и элегазовые выключатели. Выключатели постоянного тока.</p> <p>Тема 3.2. Разъединители, выключатели нагрузки, плавкие предохранители. Коммутационные аппараты до 1000 кВ. Электромагнитные контакторы и пускатели.</p> <p>Тема 3.3. Короткозамыкатели: назначение и принцип действия.</p> <p>Тема 3.4. Цифровая релейная защита. Принципы построения и алгоритмизации.</p>	2		2		2
<p>Раздел 4. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы, реакторы.</p> <p>Тема 4.1. Основные параметры и конструктивные особенности. Вспомогательное оборудование трансформаторов.</p> <p>Тема 4.2. Регулирование напряжения трансформаторов. Нагрузочная способность трансформаторов.</p> <p>Тема 4.3. Выбор мощности силовых трансформаторов для подстанций.</p> <p>Тема 4.4. Тепловой режим и системы охлаждения трансформаторов. Защита трансформаторов.</p>	3		6		1
<p>Раздел 5. Главные схемы электрических соединений электростанций и подстанций.</p> <p>Тема 5.1. Элементы главных схем. Виды главных схем. Особенности структурных и принципиальных схем конденсационных электростанций (КЭС), теплоэлектростанций (ТЭС), атомных электростанций (АЭС), гидроэлектростанций (ГЭС) и гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС), ветроэлектростанций (ВЭС) и подстанций (ПС).</p> <p>Тема 5.2. Структурные схемы газотурбинных (ГТУ) и парогазовых (ПГУ) установок.</p> <p>Тема 5.3. Методы проведения технико-экономического сравнения вариантов схем.</p>	3		7		2

Раздел 6. Собственные нужды электростанций и подстанций. Тема 6.1. Источники питания системы собственных нужд. Тема 6.2. Оперативный ток на электрических станциях и подстанциях. Тема 6.3. Реакторы: устройство, характеристики и область использования. Тема 6.4. Методика расчета контура заземления электростанции.	2				2
Раздел 7. Цифровая трансформация энергетической отрасли. Тема 7.1. Цифровая распределительная энергетика и энергетический переход. Нормативные документы. Тема 7.2. Интернет энергии. Архитектура, сервисы, техническая реализация. Тема 7.3. Цифровой учет и прогнозирование производства, передачи и потребления энергии.	3				2
Итого в семестре:	17		17		11
Семестр 9					
1. Расчет электрических нагрузок.				2	2
2. Выбор принципиальной электрической схемы первичных соединений подстанции.				2	2
3. Выбор и проверка силовых трансформаторов.				1	2
4. Выбор и составление схемы распределительных устройств.				2	2
5. Расчет токов короткого замыкания.				2	2
6. Выбор электрических аппаратов и токоведущих частей. 6.1. Выбор выключателей и разъединителей на стороне 35 и 10 кВ. 6.2. Выбор шин и ошиновки. 6.3. Выбор изоляторов.				2	2
7. Выбор измерительных трансформаторов. 7.1. Выбор трансформаторов тока. 7.2. Выбор трансформаторов напряжения.				2	2
8. Выбор трансформаторов собственных нужд.				2	2
9. Оформление графической части проекта				2	3
Выполнение курсовой работы				17	
Итого в семестре:				17	19
Итого	17	0	17	17	30

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Электрические станции и подстанции: определения, назначение и основные показатели. Основные понятия и определения. Типы электростанций, подстанций и их характеристики. Режимы энергосистемы и участие электростанций в выработке электрической энергии. Требования, предъявляемые к электрическому оборудованию и токопроводам, к качеству электроэнергии и надежности электроснабжения.
2	Проводники, изоляторы и кабели. Неизолированные жесткие и гибкие проводники. Кабели. Нагревание проводников и аппаратов при коротком замыкании. Изоляторы: опорные, проходные и подвесные.
3	Коммутационные электрические аппараты. Электрическая дуга в выключателях. методы ее тушения. Выключатели переменного тока свыше 1000 кВ: требования, предъявляемые к выключателям. Масляные, воздушные, вакуумные и элегазовые выключатели. Выключатели постоянного тока. Разъединители, выключатели нагрузки, плавкие предохранители. Коммутационные аппараты до 1000 кВ. Электромагнитные контакторы и пускатели.
4	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы, реакторы. Основные параметры и конструктивные особенности. Вспомогательное оборудование трансформаторов. Тепловой режим и системы охлаждения трансформаторов. Защита трансформаторов. Регулирование напряжения трансформаторов. Нагрузочная способность трансформаторов. Выбор мощности силовых трансформаторов для подстанций. Реакторы: устройство, характеристики и область использования.
5	Главные схемы электрических соединений. Элементы главных схем. Виды главных схем. Особенности структурных и принципиальных схем конденсационных электростанций, теплоэлектростанций, атомных электростанций, гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций, ветроэлектростанций и подстанций. Структурные схемы газотурбинных и парогазовых установок. Техничко-экономическое сравнение вариантов схем.
6	Собственные нужды электростанций и подстанций. Источники питания системы собственных нужд. Схемы питания собственных тепловых электростанций. Оперативный ток на электрических станциях и подстанциях. Требования к распределительным устройствам: общие принципы выполнения. Правила устройства и основные размеры конструкций распределительных устройств. Комплектные распределительные устройства. Реакторы: устройство, характеристики и область использования. Методика расчета контура заземления электростанции.
7	Цифровая трансформация энергетической отрасли. Цифровая распределительная энергетика и энергетический переход. Нормативные документы. Интернет энергии. Архитектура, сервисы, техническая реализация. Цифровой учет и прогнозирование производства, передачи и потребления энергии.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8				
1	Проверка на термическую стойкость электрооборудования электростанций	4	4	3
2	Измерение параметров установившегося режима в сети с односторонним и двусторонним питанием	4	4	4
3	Потери электрической энергии в распределительных сетях	2	2	4
4	Регулирование напряжения путем поперечной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной батареи	3	3	5
5	Разработка принципиальной цифровой модели управления устройством автоматического ввода резервного питания среде Simulation In Technic.	4	4	5
Всего		17	17	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсовой работы: расчет электрической части трансформаторной подстанции и выбор токоведущих частей.

Часов практической подготовки: 17.

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час	Семестр 9, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	10	7	3
Курсовое проектирование (КП, КР)	12		12
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	4	2	2
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	4	2	2

Всего:	30	11	19
--------	----	----	----

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Проектирование электрических станций и подстанций: учеб.-метод. пособие / Сост.: О. Я. Солёная, В. П. Кузьменко, С. В. Солёный. – СПб.: ГУАП, 2023. – 73 с.	50
ISBN 978-5-8088-1211-6	Электроэнергетические системы и сети: учеб. пособие / Сост.: В.Ф. Шишлаков, О.Я. Солёная, С.В. Солёный. – СПб.: ГУАП, 2017. – 127 с.	50
ISBN 978-5-8088-1213-0	Основы электроснабжения объектов отрасли: учеб. пособие / Сост.: В.Ф. Шишлаков, О.Я. Солёная, С.В. Солёный. – СПб.: ГУАП, 2017. – 85 с.	50
ISBN 978-5-8088-1512-4	Переходные процессы в электрических системах. / Сост.: О.Я. Солёная, А.В. Рысин, С.В. Солёный. – СПб: ГУАП, 2020. – 52 с.	50
	Русина, А.Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учебник / А.Г. Русина, Т.А. Филиппова. – Новосибирск: НГТУ, 2014. - 400 с.	50
	Герман-Галкин С.Г. и др. Модельное проектирование электромеханических мехатронных модулей движения в среде Simulation In Technic / М: ДМК, 464 с. 2021 г.	50

7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://simintech.ru/	Среда динамического моделирования технических

	систем «SimInTech». – ООО «ЗВ Сервис», 2020. – 104 с.
https://ru.smath.com/%D0%BE%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80/SMathStudio/%D1%80%D0%B5%D0%B7%D1%8E%D0%BC%D0%B5	Математическая программа с графическим редактором и полной поддержкой единиц измерения Smath Studio.

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Smath Studio https://reestr.digital.gov.ru/reestr/536108/
2	Simulation In Technic https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303729/?sphrase_id=1526969

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Справочные материалы и нормативные документы по электрическим системам. http://www.gost-r.com/
2	ГОСТ, СНИП, ПУЭ, СП и РД https://www.asutpp.ru/dokumentatsiya
3	Электронная библиотека ГУАП https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	21-18 БМ
2	Специализированная лаборатория электроэнергетики	Московский 149в, ауд. 418
3	Компьютерный класс	31-04 БМ

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
------------------------------	----------------------------

Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Тесты.
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите традиционные первичные источники энергии. 2. Перечислите виды органического топлива, традиционно используемого на электростанциях. 3. Что такое неорганическое топливо? 4. Назовите основные виды генераторов. 5. Какие источники и виды энергии принято относить к нетрадиционным? 6. Как различаются тепловые электростанции по виду топлива? 7. Чем отличаются газовый и паровой циклы? 8. Что является рабочим телом установок парового цикла? 9. Каковы номинальные напряжения генераторов электростанций с агрегатами большой мощности (КЭС)? 10. Какая турбина является более компактной - паровая или газовая? 11. Перечислите основные существующие источники энергии, которые возможно и полезно применять на электрических станциях и подстанциях. 12. Назовите основные виды систем возбуждения генераторов. 13. Где применяются капсульные гидроагрегаты? 14. На чем основана работа детандерно-генераторной установки? 15. Что используется в качестве охладителей генераторов? 16. Назовите нормальные и аномальные режимы работы генератора. 17. Каково основное назначение трансформатора? 18. Что такое схема и группа соединений трансформатора? 19. Назовите системы охлаждения трансформаторов. 20. Где территориально сооружаются КЭС? 21. Поясните понятия «простой блок» и «укрупненный блок». 22. Назовите особенности ГЭС. 23. Какие из электростанций относятся к пиковым? 24. Где территориально сооружаются АЭС? 25. Назовите особенности АЭС. 26. К какой категории по надежности электроснабжения относят 27. собственные нужды станции? 28. Назовите состав механизмов собственных нужд тепловой электростанции. 	ПК-3.Д.1
<ol style="list-style-type: none"> 29. Назовите основные элементы паросиловой установки. 30. Из каких основных узлов состоит ГТУ? 31. Охарактеризуйте схемы получения электроэнергии на ТЭС. 32. Приведите структурную схему ТЭЦ. 33. Перечислите основные требования, предъявляемые к схемам электрических 34. соединений электростанций. 35. Какие схемы применяются на повышенном напряжении ТЭЦ? 36. Какие схемы применяются на повышенном напряжении КЭС? 37. Приведите схему питания собственных нужд подстанции. 	ПК-3.Д.2
<ol style="list-style-type: none"> 38. Приведите формулу мощности гидроагрегата. 39. От чего зависит частота вращения турбогенератора? 40. Как определяется коэффициент трансформации? 41. Что такое типовая мощность автотрансформатора? 42. Как определяется количество резервных трансформаторов собственных нужд? 43. Условия выбора электрических аппаратов выше 1000 В. 	ПК-3.Д.5

<p>44. Особенности расчета молниезащиты.</p> <p>45. Назначение защитного заземления на электростанциях и подстанциях, условия выбора.</p>	
<p>46. Назовите основные параметры генератора.</p> <p>47. Назовите системы охлаждения турбогенератора.</p> <p>48. Какие виды турбин используются на малых ГЭС?</p> <p>49. В каких режимах могут работать гидроагрегаты ПЭС?</p> <p>50. Чем отличаются друг от друга мощные гидро- и турбогенераторы?</p> <p>51. Чем одноконтурные АЭС отличаются от двухконтурных?</p> <p>52. Работа ТЭЦ по какому графику – тепловому или электрическому является более экономичной?</p> <p>53. Каковы области применения ДЭС разных мощностей?</p> <p>54. Назовите основные параметры трансформатора.</p> <p>55. Как выполняется регулирование напряжения с помощью трансформаторов?</p> <p>56. Какие компоненты образуют систему управления электростанцией?</p> <p>57. Дайте определение цифровой подстанции. Опишите принцип работы и основные проблемы, связанные с данной технологией.</p> <p>58. Назовите виды сигнализации на электростанциях.</p> <p>59. Назовите вида блокировок на электростанциях.</p>	ПК-3.Д.6
<p>60. Опишите принципы построения энергетической системы в России и предпосылки ее цифровой трансформации.</p> <p>61. Опишите состав схемы концептуальной модели интернета энергии.</p> <p>62. Какие из электростанций, работающих на нетрадиционных и местных источниках энергии, наиболее широко используются в мировой практике?</p> <p>63. Что такое интернет энергии? Варианты реализации архитектуры интернета энергии.</p> <p>64. Что такое энергетический хаб, энергетический роутер, регулятор выдачи (потребления) мощности?</p> <p>65. В чем заключается преимущество парогазовой электростанции перед традиционной паротурбинной?</p> <p>66. В каких случаях работает автоматика гашения поля генератора?</p> <p>67. Какие установки – ПТУ или ПГУ – являются более экологичными?</p> <p>68. Какова наибольшая мощность современных блоков АЭС?</p> <p>69. Каковы доли электроэнергии, вырабатываемой на АЭС в России и в мире?</p> <p>70. В каких случаях работает форсировка возбуждения генератора?</p> <p>71. Как оценивается потенциал малых ГЭС в России?</p> <p>72. Какие способы преобразования солнечной энергии в электрическую Вы знаете? Перечислите известные вам виды биотоплива.</p> <p>73. В чем основное преимущество водорода перед другими видами топлива?</p> <p>74. Перечислите концептуальные проблемы, которые решает и с которыми сталкивается энергетическая отрасль при переходе на технологии интернета энергии?</p> <p>75. Назовите условия включения генератора в сеть способом точной синхронизации.</p> <p>76. Назовите условия включения генератора в сеть способом самосинхронизации.</p> <p>77. Каковы отличительные особенности автотрансформатора и трансформатора?</p> <p>78. Когда автотрансформатор выгоднее трансформатора?</p>	ПК-5.Д.1

79. Какую мощность должен обеспечивать один резервный трансформатор? 80. Как осуществляется резервирование питания собственных нужд? 81. Как осуществляется регулирование частоты в объединенной ЭЭС? 82. Как осуществляется оптимальное распределение активной мощности ЭЭС? 83. Особенности применения токоограничивающих реакторов. 84. Область применения закрытых распределительных устройств. 85. Область применения КРУ, КРУЭ, КТП.	
--	--

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
1	Проектирование электрической части трансформаторной подстанции

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1. К основным особенностям КЭС относят ... 2. К основным особенностям ТЭЦ относят ... 3. Условием расположения ТЭЦ является ... 4. Напор ГЭС создает ... 5. К основным особенностям ГЭС относят ... 6. Как называется распределительное устройство (РУ), предназначенное для приема и распределения электроэнергии на одном напряжении без преобразования? 7. ГПП это ... 8. К потребителям собственных нужд на трансформаторных подстанциях относят... 9. Электростанцией, снабжающей потребителей тепловой и электрической энергией, располагающейся в районе их потребления, называется... 10. Совокупностью электроустановок для передачи и распределения электрической энергии на определенные территории является... 11. Предохранитель предназначен для... 12. Электрические шины это... 13. Магнитный пускатель предназначен для... 14. Коммутационный аппарат до 1000 В, предназначенный для включения и отключения электрической цепи в нормальном	ПК-3.Д.1

<p>режиме и автоматического отключения в аварийном режиме...</p> <p>15. По назначению опоры ВЛ подразделяются на...</p> <p>16. Кабели по типу жил выполняют...</p> <p>17. Гибкие токопроводы изготавливают из...</p> <p>18. КРУ это...</p>	
<p>19. На оси абсцисс графика нагрузки откладывается ...</p> <p>20. На оси ординат графика нагрузки откладывается ...</p>	ПК-3.Д.5
<p>21. К средствам регулирования напряжения в системах электроснабжения относят...</p> <p>22. К основным потребителям реактивной мощности относят...</p> <p>23. Выберите показатель качества электроэнергии согласно ГОСТ</p> <p>24. Электрические сети напряжением выше 1000 В выполняются...</p> <p>25. Электроустановка, у которой все или основное электрооборудование расположено на открытом воздухе возле подстанции, называется...</p> <p>26. Электроустановка, электрооборудование которой расположено в здании подстанции, называется...</p> <p>27. Электрический аппарат, работающий в блоке с короткозамыкателем, называется...</p> <p>28. Электрический аппарат, предназначенный для отключения обесточенной цепи, называется...</p> <p>29. Электрический аппарат, предназначенный для однократного отключения электрической цепи при коротком замыкании или перегрузке, называется...</p> <p>30. Электрический аппарат, предназначенный для включения и отключения электрической цепи под нагрузкой и в аварийном режиме, называется...</p> <p>31. Шины распределительных устройств по фазам А, В и С окрашиваются в цвета соответственно...</p>	ПК-3.Д.6
<p>32. При минимальной нагрузке энергосистемы турбины ГАЭС переводят...</p> <p>33. Электростанция, снабжающая потребителей только электроэнергией и располагающаяся в районе энергетических запасов, это...</p> <p>34. При равномерном распределении нагрузки по площади цеха применяют ... схемы электрической сети</p> <p>35. При наличии групп нагрузок с неравномерным распределением их по площади цеха применяют ... схемы электрической сети</p> <p>36. К достоинствам магистральных схем электрической сети относят...</p> <p>37. К недостаткам радиальных схем электрической сети относят...</p> <p>38. Для ВЛ применяют ... провода</p> <p>39. Для ВЛ применяют ... типы изоляторов</p> <p>40. Какие устройства автоматики используют на генераторах электростанций для повышения устойчивости энергосистемы?</p>	ПК-5.Д.1

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала производится согласно темам разделов дисциплины, представленным в таблице 4.

Лекция состоит из трёх основных частей: вступительной, основной и заключительной.

Вступительная часть определяет название темы, план и цель лекции. Она призвана заинтересовать и настроить аудиторию. В этой части лекции излагается актуальность, основная идея, связь данной лекции с предыдущими занятиями, ее основные вопросы. Введение должно быть кратким и целенаправленным.

В основной части лекции реализуется научно-техническое содержание темы, все основные вопросы, проводится вся система доказательств с использованием наиболее

целесообразных методических приёмов. Каждый учебный вопрос заканчивается краткими выводами, логически подводящими студентов к следующему вопросу лекции.

Заключительная часть имеет целью обобщать в кратких формулировках основные идеи лекции, логически завершая её как целостное творение.

Отдельные виды лекций могут иметь свои особенности как по содержанию, так и по структуре.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

1. Приступать к работе можно только после ознакомления с рабочим местом.
2. Перед сборкой схем убедиться в том, что лабораторное оборудование отключено от источника питания.
3. Перед включением схемы убедиться в том, что вся включенная в схему коммутационная аппаратура (кнопки и др.) находится в исходном положении.
4. При включении и в процессе регулирования следить за показаниями основных измерительных приборов (цифровой осциллограф, мультиметр и др.) схемы.
5. В процессе работы не оставлять без присмотра рабочее место, которое находится под напряжением.
6. Не касаться неизолированных частей приборов и аппаратов, которые находятся под напряжением.
7. К лабораторным занятиям допускаются только те студенты, которые усвоили правила безопасности.
8. Лабораторные работы выполняются бригадой студентов в составе не менее двух человек.
9. Каждый студент должен подготовиться к лабораторной работе. При недостаточной подготовке студент не допускается к ее выполнению.
10. Собранная схема и написанная программа должна быть проверена преподавателем, который после проверки дает разрешение на проведение опытов.
11. Перед включением схемы студент, производящий данную операцию, должен предупредить членов своей бригады об этом фразой «Начинаем эксперимент».
12. После включения схемы без записи показаний приборов проверяется возможность выполнения лабораторной работы во всем заданном диапазоне изменения характеристик и показаний. Только после этого приступают к работе.
13. Результаты измерений по каждой характеристике должны быть проверены преподавателем.

14. Все переключения в схеме и ее окончательная разборка делается только с разрешения преподавателя. В случае неверности полученных данных работа переделывается.

15. После переключения схема должна быть проверена преподавателем.

16. В случае возникновения аварийной ситуации (появление дыма, запаха гари, несвойственных звуков, искры и др.) на рабочем месте необходимо немедленно отключить схему от напряжения и сообщить об этом событии преподавателю без любых изменений в схеме. Вместе с преподавателем надо найти причину аварии и устранить ее.

17. Студент должен бережно обращаться с предоставляемым ему оборудованием и компьютерной техникой, запрещается делать надписи мелом, карандашом или чернилами. Нельзя загромождать рабочее место приборами и аппаратами, которые не используются в лабораторной работе, оставлять на них книги, тетради и др. предметы.

18. К следующему занятию каждый студент должен составить отчет по предыдущей лабораторной работе в соответствии с установленной формой.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

В отчете обязательно должны быть отражены следующие разделы: «Название» «Цель работы», «Содержание работы», «Схемы испытаний», «Результаты измерений и вычислений», «Анализ полученных характеристик и краткие выводы». В состав отчета могут быть включены другие разделы, которые учитывают специфику выполняемой лабораторной работы (фото экспериментов, программный код и др.). Необходимые схемы, рисунки и графики можно чертить карандашом либо с использованием специальных программных продуктов на персональном компьютере.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Правила оформления отчета

1. Общие требования

1.1. В соответствии с ГОСТ 7.32-2017 – СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления отчет по лабораторной работе оформляется любым печатным способом на одной стороне листа белой бумаги формата А4.

1.2. В отчете по лабораторной работе допускается интервал 1.0 и 1.5, кегль не менее 12, выравнивание по ширине, отступ красной строки 1.0.

1.3. Цвет шрифта должен быть черным.

2. Нумерация страниц отчета

2.1. Страницы отчета следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту отчета. Номер страницы проставляется в низу каждого листа по центру.

2.2. Титульный лист включается в общую нумерацию страниц отчета. Номер страницы на титульном листе не проставляется.

3. Нумерация разделов и подразделов отчета

3.1. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего отчета, обозначенные арабскими цифрами.

3.2. Разделы могут быть разбиты на подразделы. Нумерация подразделов составляется из номера раздела и подраздела, обозначенного через точку, например, «1.1.». В конце названия разделов и подразделов точка не ставится.

4. Иллюстрации

4.1. Иллюстрации подписываются снизу арабскими цифрами через пробел после слова «Рисунок» и имеют либо сквозную нумерацию, либо нумерацию в соответствии с разделами отчета.

4.2. Все иллюстрации (рисунки) должны иметь название, которое указывается после номера иллюстрации через тире, например, «Рисунок 1 – Структурная схема одноконтурной САР».

4.3. Подписи всех иллюстрации выровниваются по центру строки.

5. Графики

5.1. Графики должны быть четкими. При оформлении графиков необходимо указывать обозначения координатных осей и самих графиков.

5.2. Если графики отражают сравнение двух экспериментов, рекомендуется их выполнение в одной системе координат.

6. Таблицы

6.1. В отчете по лабораторной работе рекомендуется сквозная нумерация таблиц. Допускается нумерация таблиц в пределах раздела отчета. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

6.2. Таблицы нумеруются арабскими цифрами.

6.3. Нумерация таблиц производится со словом «Таблица» без знака «№», например, «Таблица 1».

6.4. Каждая таблица должна иметь название, которое следует помещать над таблицей слева без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению курсовой работы.

Курсовая работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовая работа позволяет обучающемуся:

а) привить студенту навыки: самостоятельного решения технических вопросов и комплексного проектирования электрических установок с учетом технико-экономических показателей; представления инженерных решений, принятых в проекте;

б) установить меру самостоятельности и глубины обработки материала проекта студентом, показать наличие у него твердых знаний по вопросам, которые рассматриваются в проекте.

Структура пояснительной записки курсовой работы:

Введение

1. Расчет электрических нагрузок.
2. Выбор принципиальной электрической схемы первичных соединений подстанции.

3. Выбор и проверка силовых трансформаторов.

4. Выбор и составление схемы распределительных устройств.

5. Расчет токов короткого замыкания.

6. Выбор электрических аппаратов и токоведущих частей.

6.1. Выбор выключателей и разъединителей на стороне 35 и 10 кВ.

6.2. Выбор шин и ошиновки.

6.3. Выбор изоляторов.

7. Выбор измерительных трансформаторов.

7.1. Выбор трансформаторов тока.

7.2. Выбор трансформаторов напряжения.

8. Выбор трансформаторов собственных нужд.

Графическая часть проекта:

а) принципиальная схема электрических соединений подстанции;

б) конструкция распределительного устройства;

в) план расположения электрооборудования на подстанции.

Заключение.

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Проект составляется из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка должна иметь объем от 30 до 50 страниц машинописного текста с поясняющими схемами.

Содержание записки должно быть поделено на разделы, которые имеют порядковые номера в логической последовательности. Заголовки разделов должны быть написаны заглавными буквами, каждый раздел рекомендуется начинать с новой страницы.

В случае необходимости в разделах могут вводиться подразделы, которые нумеруются в пределах данного раздела и должны содержать номера разделов и подразделов, разделенные точкой (например, 2.3 – означает третий подраздел второго раздела). Заголовки подраздела пишутся строчными буквами.

Если возникает необходимость в перечислениях, то вводятся обозначения малыми буквами русского алфавита со скобкой и без точки.

Ссылки на литературные источники вставляются в текст в виде порядкового номера в списке использованной литературы, берутся в квадратные скобки.

Иллюстрации к тексту записки можно выполнять непосредственно по ходу текста или в виде вкладышей. Все иллюстрации именуется рисунками и обозначаются в пределах раздела (рис. 1.2, рис. 2.5). Каждый рисунок должен иметь подпись.

Таблицы нумеруются в пределах раздела. Номер ставится в правом верхнем углу. В тексте ссылки на таблицу пишутся сокращенно – табл. 2.1.

Заполнение страниц должно быть таким, чтобы бы левое поле было не меньше 25 мм, а правое 10 мм. Номер страницы выставляется по центру внизу страницы в виде арабской цифры.

Графическая часть должна содержать три чертежа формата А3.

На первом чертеже изображается главная схема электрических соединений подстанции для принятого варианта. Кроме основного оборудования на чертеже должны быть изображены трансформаторы тока и напряжения, разрядники, заземляющие ножи, измерительные приборы для всех характерных присоединений и сборных шин, а также устройства контроля изоляции (при его наличии). На чертеже указывается тип выбранных аппаратов и токопроводящих частей. Приводится также схема присоединения трансформатора собственных нужд высшего напряжения.

На втором чертеже изображается конструкция распределительного устройства, указываются типоразмеры ячеек и оборудования.

На третьем чертеже приводится план расположения электрооборудования на подстанции.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическим материалом, направляющим самостоятельную работу обучающихся, является учебно-методический материал по дисциплине, представленный в табл. 8 – 11.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Контроль качества знаний проводится в форме индивидуального собеседования по материалу отдельных разделов дисциплины, а также защиты отчётов о выполнении лабораторных работ.

Система оценок при проведении текущего контроля успеваемости осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Результаты текущего контроля могут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

В случае невыполнения и/или неуспешной сдачи 3 и более лабораторных работ обучающийся, при успешном прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена, не может получить аттестационную оценку выше "хорошо".

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- в 8 семестре экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»;

- в 9 семестре дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой