

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И.Луковникова

« _____ » декабря 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ИСТОРИЯ ОТРАСЛИ И ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

Б1.В.04

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Электроснабжение

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объема дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	9
4.3 Лабораторные работы.....	28
4.4 Практические занятия.....	28
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	28
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	29
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	29
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	30
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	31
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	31
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических занятий	31
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	37
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	37
Приложение 1.Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	38
Приложение 2.Аннотация рабочей программы дисциплины	43
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	44

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Выработка представлений обо всех разделах электроэнергетики и их взаимосвязях, электроэнергетических системах и основных происходящих в них процессах преобразования, передачи и потребления электроэнергии, принципах работы и конструктивном выполнении энергетических установок, современном состоянии и перспективах развития электроэнергетики.

Задачи дисциплины

Усвоение студентами основных принципов получения электрической энергии, а также представления современного состояния и перспективах развития электроэнергетики.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОК-2	способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции	знать: - этапы исторического развития электроэнергетики и современные способы получения электрической энергии; уметь: - самостоятельно изучать отечественный и зарубежный опыт в становлении и развитии электроэнергетики. владеть: - навыками анализа исторического развития электроэнергетики.
ПК-3	способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	знать: - виды электрических станций традиционного типа. уметь: - самостоятельно анализировать научно-техническую информацию; владеть: - навыками изложения основных понятий об энергетической системе и её элементах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.25 История отрасли и введение в специальность относится к базовой части.

Дисциплина История отрасли и введение в специальности базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: Физика, История.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, История отрасли и введение в специальность представляет основу для изучения следующих дисциплин: Общая энергетика, Электрические машины, Электрические станции и подстанции, Электрические системы и сети.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Заочная	1	-	108	8	4	-	4	91	-	экзамен

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			I
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	8	2	8
Лекции (Лк)	4	2	4
Практические занятия (ПЗ)	4	-	4
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	91	-	91
Подготовка к практическим занятиям	25	-	25
Подготовка к экзамену в течение семестра	30	-	30
III. Промежуточная аттестация экзамен	36	-	36
Общая трудоемкость дисциплины, час. зач. ед.	108	-	108
	3	-	3

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий - для заочной формы обучения:

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоем- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и тру- доемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоя- тельная работа обучаю- щихся*
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
1.	Значение электроэнергетики в техническом прогрессе	11,5	0,5	-	11
1.1.	Значение электроэнергетики в техни- ческом прогрессе	5,25	0,25	-	5
1.2.	Основные понятия об электроэнер- гетической системе и её элементах	6,25	0,25	-	6
2.	История развития электроэнерге- тики	10,5	0,5	-	10
2.1.	Основные учёные, внесшие боль- шой вклад в развитие электроэнер- гетики.	5,25	0,25	-	5
2.2.	История электрификации России на примере строительства электриче- ских станций.	5,25	0,25	-	5
3.	Энергетические ресурсы и их ис- пользование	10,5	0,5	-	10
3.1.	Основные понятия	5,25	0,25	-	5
3.2.	Виды энергоресурсов и их запасы	5,25	0,25	-	5
4.	Виды электрических станций традиционного типа	23,5	0,5	3	20
4.1.	Тепловые станции и их типы	6,2	0,2	1	5
4.2.	Гидравлические станции и их типы	6,1	0,1	1	5
4.3.	Атомные станции	5,6	0,1	0,5	5
4.4.	Газотурбинные и парогазовые уста- новки.	5,6	0,1	0,5	5
5.	Принципы работы и конструк- тивное выполнение основных элементов электроэнергетической системы	11,5	0,5	1	10
5.1.	Принцип работы и конструктивное выполнение синхронных генерато- ров.	3,7	0,2	0,5	3
5.2.	Принцип работы и конструктивное выполнение силовых трансформа- торов.	3,7	0,2	0,5	3
5.3.	Линии электропередачи.	4,1	0,1	-	4
6.	Передача электрической энергии на расстояние и объединение	10,5	0,5	-	10

	электроэнергетических систем				
6.1.	Необходимость передачи электрической энергии на большие расстояния.	5,25	0,25	-	5
6.2.	Объединение электроэнергетических систем.	5,25	0,25	-	5
7.	Распределение электрической энергии между потребителями	10,5	0,5	-	10
7.1.	Использование электрической энергии в народном хозяйстве.	2,25	0,25	-	2
7.2.	Понятие о графике нагрузок.	2,25	0,25	-	2
8.	Управление электроэнергетическими системами	10,5	0,5	-	10
8.1.	Необходимость управления электроэнергетическими системами.	5,25	0,25	-	5
8.2.	Процессы взаимодействия управляющей и управляемой систем в электроэнергетике.	5,25	0,25	-	5
	ИТОГО	99	4	4	91

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Раздел 1. Значение энергетики в техническом прогрессе

Тема 1.1. Значение энергетики в техническом прогрессе

Современный инженер должен не только хорошо ориентироваться в специальных технических областях, у него должен быть сформирован навык самостоятельного технического творчества и системный подход к технико-экономическим проблемам. Этим требованиям, вы, как будущие специалисты, сможете удовлетворять при условии ясного понимания на всех этапах обучения, начиная с начального, целей своей подготовки, методов обучения, взаимосвязи дисциплин (плохое изучение какой-либо дисциплины может повлечь за собой не понимания других дисциплин).

Большинство дисциплин вашей специальности опираются на знания, приобретённые из курсов физики, математики, электротехники, информатики, экономики.

Научно-технический прогресс немыслим без развития энергетики и электрификации производств. Для повышения производительности труда первостепенное значение имеет автоматизация производственных процессов, базирующаяся, прежде всего, на применении электрической энергии. Основными потребителями электроэнергии в производстве продукции являются электрические машины, мощность которых варьируется от единиц ватт до десятков мегаватт.

Для производства электрической энергии применяются различные электростанции, базирующиеся на сжигании природных энергетических ресурсов. Вместе с тем, запасы традиционных природных топлив (нефти, угля, газа и др.) не бесконечны. Ограничены запасы и ядерного топлива - урана и тория. Поэтому на сегодняшний день важно не только развивать добычу экономически выгодных источников энергии, но и рационально использовать имеющиеся природные ресурсы для производства электроэнергии без существенного ущерба окружающей среде. Отсюда – широчайший комплекс проблем технико-экономического и социального характера в области энергетики.

Тема 1.2. Основные понятия об электроэнергетической системе и её элементах

Под энергетической наукой понимается система знаний о свойствах и взаимодействиях энергетических потоков, влиянии их на человеческое общество в социальном, экономическом и научно-техническом аспектах, а также влиянии на окружающую среду.

Энергетическая наука занимается изучением закономерностей процессов и явлений, прямо или косвенно связанных с получением необходимых энергетических ресурсов и созданием установок, вырабатывающих, преобразующих и потребляющих различные виды энергии.

Энергетическая система (ЭС) представляет собой совокупность электрических станций, электрических и тепловых сетей и узлов потребления, объединенных процессом производства, передачи и распределения электроэнергии и теплоэнергии по потребителям.

Электроэнергетика — ведущая часть энергетики, обеспечивающая электрификацию страны на основе рационального производства и распределения электрической энергии. Электроэнергетика имеет важное значение в хозяйстве любой страны, что объясняется такими преимуществами электроэнергетики перед энергией других видов, как относительная легкость передачи её на большие расстояния, распределения между потребителями, а также преобразования в другие виды энергии (механическую, тепловую, химическую, световую и др.).

Важнейшими составляющими энергетики и электроэнергетики, нашедшими отражение в учебных дисциплинах вашей специальности, являются:

- Электроэнергетические системы и сети;
- Системы электроснабжения;
- Передача и распределение электроэнергии;
- Релейная защита и автоматика систем электроснабжения;
- Переходные процессы в электроэнергетике;
- Электромагнитная совместимость в электроэнергетике;
- Надежность электроснабжения;
- Автоматизация в системах электроснабжения. Лекция проводится в интерактивной форме: лекция-беседа, лекция с текущим контролем (0.5 часа).

Раздел 2. Значение энергетики в техническом прогрессе

Тема 2.1. Основные учёные, внесшие большой вклад в развитие электроэнергетики.

История развития электротехники крепко связана с человечеством на протяжении всей истории его развития. Людей интересовали природные явления, которые они не могли объяснить. История развития электротехники – постоянные попытки повторить то, что происходило вокруг.

Изучение продолжалось долгие и долгие столетия. Но лишь в семнадцатом веке история развития электротехники начала свой отсчет с реального использования человеком полученных знаний и навыков.

Ученые, внесшие вклад в развитие электротехники, – это тысячи и тысячи имен, всех их в рамках данной статьи указать невозможно. Но существуют личности, чьи исследования помогли сделать наш мир таким, каков он есть сейчас. Исторические данные гласят: одним из первых, кто обратил свое внимание, что после того как янтарь потереть о шерсть, он сможет притягивать предметы, был греческий философ Фалес Милетский. Свои опыты он проводил в седьмом веке до нашей эры. Никаких фундаментальных выводов, к сожалению, он сделать не смог. Но все свои наблюдения он тщательно записал и передал потомкам. Следующее имя в условном списке «ученые-электротехники и их изобретения» появилось лишь в 1663 году, когда в городе Магдебурге Отто фон Герике спроектировал машину, которая представляла собой шар, способный не только притягивать, но и отталкивать предметы.

Впоследствии начала электротехники положили такие известные ученые, как: Стивен Грей, проводивший опыты по передаче электричества на расстоянии. Результатом его исследований стал вывод, что предметы по-разному передают заряд. Шарль Дюфе, который вы-

двинул теорию о разных типах электричества. Голландец Питер ванМушенбрук. Он прославился изобретением конденсатора. Активно изучали явление Георг Рихман и Михаил Ломоносов. Бенджамин Франклин. Этот человек остался в истории как изобретатель громоотвода. Луиджи Гальвани. Василий Петров. Шарль Кулон. Ганс Эрстед. Алессандро Вольта. Андре Ампер. Майкл Фарадей и многие другие.

Электротехника – наука, которая содержит четыре составляющих, первой и базовой из них является электроэнергетика. Это наука о генерации, передаче и потреблении энергии. Человечество смогло успешно использовать эту технологию для своих нужд лишь в 19-м веке. Прimitивные батареи позволяли приборам работать лишь какое-то время, что не удовлетворяло амбиций ученых. Изобретателем первого прообраза генератора стал венгр Аньош Йедлик в 1827 году. К сожалению, свое детище ученый не запатентовал, и его имя осталось лишь в учебниках по истории. Позднее динамо-машину доработал Ипполит Пикси. Устройство несложное: статор, создающий постоянное магнитное поле, и набор обмоток. История развития электротехники и энергетики не может обойтись без упоминания имени Майкла Фарадея. Именно он изобрел первый генератор, который позволял вырабатывать ток и постоянное напряжение. Впоследствии механизмы были усовершенствованы Эмилем Штерером, Генри Уайльдом, Зенобом Граммом.

В 1873 году на выставке в Вене был наглядно продемонстрирован запуск насоса от машины, находящейся более чем в километре от него. Электричество уверенно завоевывало мир. Человечеству стали доступны такие неведомые ранее новинки, как телеграф, электрический двигатель на автомобилях и судах, освещение городов. Огромные динамо-машины все чаще использовали для производства электрического тока в промышленных масштабах. В городах стали появляться первые трамваи и троллейбусы. Идею постоянного тока массово внедрял известный ученый Томас Эдисон. Однако у этой технологии были и свои недостатки. Теоретическая электротехника в трудах ученых подразумевала покрытие как можно большего количества населенных пунктов и территорий электроэнергией. Но постоянный ток имел крайне ограниченный радиус действия – порядка двух-трех километров, после чего начинались огромные потери. Немаловажным фактором перехода на переменный ток стали и габариты генерирующих машин, размером с приличный завод.

Основоположником новой технологии считается сербский ученый Никола Тесла. Всю свою жизнь он посвятил изучению возможностей переменного тока, передачу его на расстояние. Электротехника (для начинающих это будет интересным фактом) построена на основных его принципах. Сегодня в каждом доме есть одно из творений великого ученого.

Изобретатель подарил миру многофазные генераторы, асинхронный электродвигатель, счетчик и многие другие изобретения. За годы работы в телеграфной, телефонной компаниях, лаборатории Эдисона и впоследствии на своих предприятиях Тесла получил огромный опыт вследствие проведения огромного количества экспериментов. Человечество, к великому сожалению, не получило и десятой доли открытий ученого. Владельцы нефтяных месторождений были всячески против электрической революции и любыми доступными им способами пытались остановить её продвижение. По слухам, Никола умел создавать и останавливать ураганы, передавать электричество без проводов в любую точку земного шара, телепортировал военный корабль, и даже спровоцировал падение метеорита в Сибири. Очень неординарным был этот человек. Как оказалось впоследствии, Никола был прав, сделав ставку на переменный ток. Электротехника (для начинающих особенно) в первую очередь упоминает о его принципах. Он оказался прав, что электричество можно подавать за тысячи километров, используя лишь провода. В случае с постоянным «собратом» электростанции необходимо располагать через каждые два–три километра. К тому же они должны постоянно обслуживаться. На сегодняшний день постоянному току еще осталось место для электрического транспорта – трамвая, троллейбуса, электровоза, двигателей на промышленных предприятиях, в батарейках, зарядных устройствах. Однако, учитывая развитие технологий, есть вероятность что «постоянка» вскоре останется лишь на страницах истории.

Второй из разделов электротехники, в котором объясняется принцип преобразования энергий из механической в электрическую и наоборот, называется электромеханикой. Пер-

вым ученым, явившим миру свои работы по электромеханике, был швейцарский ученый Энгельберт Арнольд, который в 1891 году опубликовал труд, посвященный теории и проектированию обмоток для машин. Впоследствии мировая наука пополнилась результатами исследований Blondеля, Видмара, Костенко, Дрейфуса, Толвинского, Круга, Парка. В 1942 году венгро-американец Габриэль Крон окончательно сумел сформулировать обобщенную теорию для всех электрических машин и объединить таким образом усилия множества исследователей за последнее столетие. Электромеханика пользовалась стабильным интересом ученых во всем мире, и впоследствии из неё возникли такие науки, как электродинамика (изучает связь электрических и магнитных явлений), механика (изучает движение тел и взаимодействий между ними), а также теплофизика (теоретические основы энергетики, термодинамику, тепломассообмен) и другие. Основными проблемами, которые изучались в рамках исследований, являлись изучение и разработка преобразователей, вращающегося магнитного поля, линейная токовая нагрузка, постоянная Арнольда. Основные темы – электрические и асинхронные машины, различные типы трансформаторов.

Основными тремя постулатами электромеханики являются законы: электромагнитной индукции Фарадея; полного тока для магнитной цепи; электромагнитных сил (он же Закон Ампера). В результате исследований ученых-электромехаников, было доказано, что перемещение энергии невозможно без потерь, все машины могут работать как в режиме двигателя, так и в качестве генератора, а также то, что поля ротора и статора всегда неподвижны относительно друг друга. Основными формулами являются уравнения: электрической машины; равновесия напряжений обмоток электрической машины; электромагнитного момента. Системы автоматического управления Направление неизбежно стало популярным, после того как стало ясно, что машины с успехом могут заменить человеческий труд. Автоматическое управление – возможность манипулировать работой иных устройств или даже целых систем. Управление может производиться температурой, скоростью, движением, углами и скоростью перемещения. Манипулирование может осуществляться как в полном автоматическом режиме, так и при участии человека. Первой машиной подобного рода можно считать агрегат, сконструированный Чарльзом Бэбиджем. При помощи информации, заложенной в перфокарты, могло производиться управление насосами при помощи парового двигателя. Первый компьютер был описан в трудах ирландского ученого Перси Ладгейта, которые были представлены общественности в 1909 году. Аналоговые вычислительные устройства появились аккурат перед началом Второй мировой войны. Военные действия несколько затормозили развитие этой перспективной отрасли. Первый прообраз современного компьютера был создан немцем Конрадом Цузе в 1938 году.

Тема 2.2. История электрификации России на примере строительства электрических станций.

В России электростанции начали строиться с конца XIX века. Это были станции постоянного тока небольшой мощности; обслуживали они один какой-то объект – завод, улицу, дворец и т.п. Первая электростанция была сооружена в 1876 году на Сормовском машиностроительном заводе для питания осветительных установок. Первая электростанция в Петербурге была построена в 1879 году для освещения Литейного моста. Первая центральная станция в Москве (Георгиевская) была построена в 1888 году. Чтобы увеличить радиус действия электростанций, нужно было строить их на переменном токе, при котором можно было использовать повышающие трансформаторы.

Первая электростанция однофазного переменного тока была построена в 1887 году в Одессе для освещения театра.

К 90-м годам XIX века была решена проблема электропередачи и электропривода благодаря применению трехфазного переменного тока, изобретателем которого является русский ученый М.О. Доливо-Добровольский.

С 1897 года началась электрификация крупных городов России. К 1918 году Россия занимала по производству электроэнергии 15-е место в мире.

За время гражданской войны энергетическое хозяйство страны пришло в большой упадок. Но уже в апреле 1918 года Советом Народных Комиссаров было принято решение о расширении подмосковной электростанции «Электропередача»; летом 1918 года началось строительство Волховской гидроэлектростанции; осенью 1918 года - Шатурской электростанции на торфе; в июле 1919 года – Каширской электростанции на подмосковном угле.

В декабре 1920 года по инициативе главы государства В.И. Ленина был принят составленный комиссией под руководством Г.М. Кржижановского план государственной электрификации России (план ГОЭЛРО). Этот план наметил строительство в течение 10-15 лет тридцати крупных электростанций в Центральной части страны (двадцать тепловых и десять гидроэлектростанций), а также создание на этой базе крупной машиностроительной промышленности и электрификации железных дорог. План ГОЭЛРО – программа энергетического развития страны – был выполнен к 1931 году, а к 1935 году был значительно перевыполнен. К 1941 году по количеству произведенной электроэнергии Россия вышла на 2-е место в Европе и на 3-е место в мире.

Наряду со строительством электростанций создавались высоковольтные линии электропередач: в 1922 году линия 110кВ Каширская ГРЭС - Москва, в 1933 году линия 220кВ - Нижнесвирская ГЭС - Ленинград и др.

В тот же период началось объединение сетей электростанций городов Горького и Иваново, создавалась энергетическая система Урала и др.

В 1926 году в Москве была создана первая в истории энергетики диспетчерская служба, чуть позже такие службы появились в Ленинграде, Донбассе, на Урале.

Во время Великой Отечественной войны (1941 - 1945) было разрушено 60 крупных электростанций в Европейской части Советского Союза, но в это же время быстрыми темпами развивалась энергетика Урала, Сибири и Средней Азии.

Уже к концу 1945 года, благодаря самоотверженному труду советских людей, мощность электростанций в стране достигла довоенного уровня.

В настоящее время важную роль в электробалансе страны играют гидроэлектростанции: Братская, Красноярская, Зейская, Усть-Илимская, Саяно-Шушенская, Бурейская. Ведется строительство нескольких гидроаккумулирующих электростанций в Европейской части России.

После 1954 года - года пуска первой в мире атомной электростанции (5МВт) в г. Обнинске, в стране строятся и реконструируются АЭС с блоками 440-1000 МВт.

Идет процесс развития электростанций, использующих возобновляемые источники энергии.

За годы перестройки и реформ развитие энергетики в России приостановилось. Не вводятся в строй новые электростанции, АЭС, изнашиваются существующее оборудование, медленно совершенствуется техническая и научная базы. В ряде регионов страны было обычным отключение электрической энергии. Резко сократился выпуск новой техники, энергетических генераторов, турбин, электрических двигателей (~ в 10-20 раз).

Для возрождения страны необходимо срочно укреплять ее технический фундамент - энергетическую. Совершенствовать технологию электроэнергетики, разрабатывать более экономичные способы использования угля, мазута, природного газа, ядерного топлива.

Должны развиваться газотурбинные установки, приспособленные для работы в условиях меняющейся нагрузки, аккумулирующие системы; нужно развивать «водородную энергетику», разрабатывать электросберегающие технологии и строить электростанции на возобновляющихся источниках энергии - ветряные, геотермальные, приливные и др..

В современных энергетических установках используются новейшие достижения науки и техники: средства телеметрии и автоматики, компьютерная техника. Поэтому квалифицированный специалист в области электроснабжения должен обладать глубокими общенаучными знаниями и хорошей профессиональной подготовкой.

Раздел 3. Энергетические ресурсы и их использование

Тема 3.1. Основные понятия

Под энергоресурсами понимаются материальные объекты, в которых сосредоточена возможная для использования энергия.

Энергия – количественная оценка различных форм движения материи, которые могут превращаться друг в друга, – условно подразделяется по видам: химическая, механическая, электрическая, ядерная и т.д.

Из большого разнообразия ресурсов, встречающихся в природе, выделяют основные, используемые в больших количествах для практических нужд.

К основным энергоресурсам относят энергию рек, водопадов, различные органические топлива, такие, как уголь, нефть, газ; ядерное топливо – тяжелые элементы урана и тория, а в перспективе — легкие элементы и т.д.

Энергоресурсы разделяют на возобновляемые и невозобновляемые. К первым относятся те, которые природа непрерывно восстанавливает (вода, ветер и т.д.), а ко вторым — ранее накопленные в природе, но в новых геологических условиях практически не образующиеся (например, каменный уголь, нефть, газ и др.).

Энергия, непосредственно извлекаемая в природе (топлива, воды, ветра, тепла Земли, ядерная), называется первичной. Энергия, получаемая после преобразования первичной энергии на специальных установках — станциях, называется вторичной (электрическая, пара, горячей воды и т.д.).

Получение энергии необходимого вида и снабжение ею потребителей происходит в процессе энергетического производства, в котором можно выделить пять стадий:

1. Получение и концентрация энергетических ресурсов: добыча и обогащение топлива, концентрация напора с помощью гидротехнических сооружений и т.д.
2. Передача энергетических ресурсов к установкам, преобразующих энергию; она осуществляется перевозками по суше и воде или перекачкой по трубопроводам воды, газа и т.д.
3. Преобразование первичной энергии во вторичную, имеющую наиболее удобную для распределения и потребления в данных условиях форму (обычно в электрическую энергию и тепловую).
4. Передача и распределение преобразованной энергии.
5. Потребление энергии, осуществляемое как в той форме, в которой она доставлена потребителю, так и в преобразованной.

Тема 3.2. Виды энергоресурсов и их запасы

Лекция проводится в интерактивной форме: лекция-беседа, лекция с текущим контролем (1 час).

1. Невозобновляемые источники энергии.

А) Органические топлива (горючие). Топливом может быть названо любое вещество, способное при горении выделять значительное количество теплоты. Горючие топлива бывают органического и неорганического происхождения. Те и другие могут быть твёрдыми (каменный и бурый уголь, торф, дрова и др.), жидкими (нефть и продукты её переработки: бензин, керосин, мазут), и газообразными (природный газ и др.).

Б) Ядерная энергия. Ядерная энергия освобождается в виде теплоты в процессе торможения продуктов ядерного деления или синтеза атомных ядер, движущихся с большими скоростями, и поглощения их кинетической энергии веществом теплоносителя.

Ориентировочные мировые запасы основных органических горючих

Вид горючего	Геологические		Извлекаемые	
	млрд. т.у.т.	%	млрд. т.у.т.	%
Уголь	11200	87,4	2900	76
Нефть	740	5,8	370	9,7
Природный газ	630	4,9	500	13,3
Прочие	230	1,9	30	1,0
Всего	12800	100	3800	100

Условным топливом называется такое топливо, теплота сгорания 1 кг или 1 м³ которого равна 29330 Дж.

2. Возобновляемые источники энергии

А) Теплота недр Земли и толщи морей. Энергия глубинной теплоты Земли практически неисчерпаема, и её использование весьма перспективно. Термальные воды широко применяются для отопления и горячего водоснабжения в ряде стран.

В перспективе использование разности температур между нагретым воздухом и холодными слоями воды (в тропических морях) или между холодным воздухом и относительно тёплыми слоями воды (в арктических морях).

Б) Солнечная энергия. На поверхность Земли приходит в течение года $7,5 \cdot 10^{17}$ кВт*ч. Но в связи с малой плотностью потока энергии излучения и его неравномерностью из-за смены дня и ночи, перемены погоды необходимо решать и две трудные задачи: концентрацию солнечной энергии и её накопление.

В) Энергия движения воздуха в атмосфере. Ветер – один из первых источников энергии, освоенных человеком. Запасы ветра в 100 раз превышают запасы гидроэнергии, однако в настоящее время двигатели, использующие энергию ветра имеют установленную мощность всего 1300 МВт и дают около $1 \cdot 10^7$ МВт*ч энергии, что составляет примерно 0,2% мировых потребностей.

Г) Гидроэнергетические ресурсы. Общий гидропотенциал рек России исчисляется в 4000 млн. МВт*ч, что составляет около 10-12% от мирового. Свойство возобновляемости гидроэнергии является важным преимуществом ГЭС: небольшая стоимость эксплуатации и отсюда низкая себестоимость вырабатываемой энергии; большая надёжность работы; высокая манёвренность.

Значительный интерес также представляет энергия приливов и отливов.

Д) Перспективы энергоснабжения Земли и Космоса.

Известно 2 наиболее крупных проекта по созданию космических энергетических систем, утилизирующих солнечную энергию и передающих её на Землю с использованием сверхвысокочастотного (СВЧ) или микроволнового излучения:

1) солнечные энергетические спутники (СЭСп) на геостационарной орбите (вращающиеся со скоростью вращения Земли и «висящие» над приёмной антенной) мощностью порядка 5 ГВт;

2) лунная энергетическая система мощностью 20000 ГВт.

Раздел 4. Виды электрических станций традиционного типа

Тема 4.1. Тепловые станции и их типы

Тепловые электростанции (ТЭС) подразделяются на конденсационные (КЭС), теплофикационные (теплоэлектроцентраль - ТЭЦ) и газотурбинные (ГТУЭС). Крупные КЭС, обслуживающие потребителей значительного района страны, получили название государственных районных электростанций (ГРЭС).

1. Конденсационные электростанции

На современных ТЭС большой мощности превращения теплоты в работу производится в циклах, использующих в качестве основного рабочего тела водяной пар высоких давления и температуры. Водяной пар производится парогенераторами (паровыми котлами), в топках которых сжигаются различные виды органического топлива: уголь, мазут, газ и др.

Термодинамический цикл преобразования теплоты в работу с помощью водяного пара был предложен в середине XIX в. инженером и физиком У. Ренкиным. Тепловая схема КЭС, работающей по циклу Ренкина, показана на рис. 1.

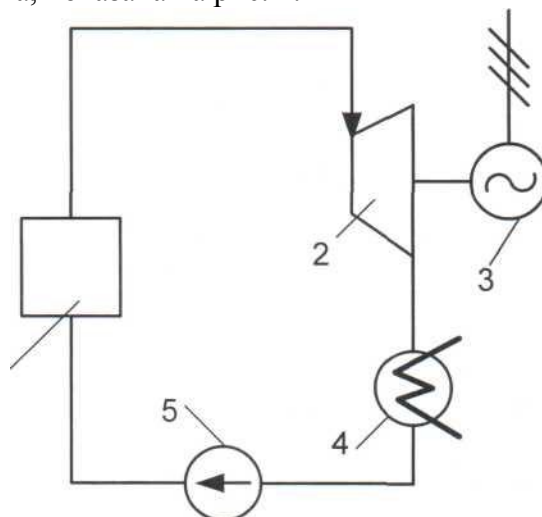


Рис. 1. Тепловая схема КЭС

В парогенераторе 1 за счёт тепла сжигаемого топлива вода, нагнетаемая в парогенератор насосом 5, превращается в водяной пар, который затем поступает в турбину 2, вращающую электрогенератор 3. Тепловая энергия пара преобразуется в турбине в механическую работу, которая, в свою очередь, преобразуется в генераторе в электроэнергию. Из турбины отработавший пар поступает в конденсатор 4, где он конденсируется (превращается в воду). Насос 5 нагнетает конденсат в парогенератор, замыкая, таким образом, цикл.

Электроэнергия, вырабатываемая КЭС, выдаётся на напряжение 110...220 кВ и лишь часть её отбирается на собственные нужды. С учётом всех потерь КПД электростанции составляет даже при самых современных КЭС не более 42%.

2. Теплофикационные электростанции

В тех случаях, когда прилегающие к ТЭС районы должны потреблять большие количества теплоты, целесообразнее прибегать к комбинированной выработке теплоты и электроэнергии. Установки, служащие для комбинированной выработки тепла и электроэнергии, называют ТЭЦ, они работают по так называемому теплофикационному циклу.

Этот вид электростанций предназначен для централизованного снабжения промышленных предприятий и городов электроэнергией и теплотой. Являясь, как и КЭС, тепловыми электростанциями, они отличаются от последних использованием теплоты отработавшего в турбинах пара для нужд промышленного производства, а также для отопления, кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения. При такой комбинированной выработке электроэнергии и теплоты достигается значительная экономия топлива по сравнению с раздельным энергоснабжением, т.е. выработкой электроэнергии на КЭС и получение теплоты от местных котельных. Поэтому ТЭС получили широкое распространение в районах (городах) с большим потреблением теплоты и электроэнергии. В России в настоящее время на ТЭЦ производится около 25...30 % всей вырабатываемой электроэнергии.

Тепловая схема простейшей теплофикационной установки (с основными элементами паросиловой установки) показана на рис. 2.

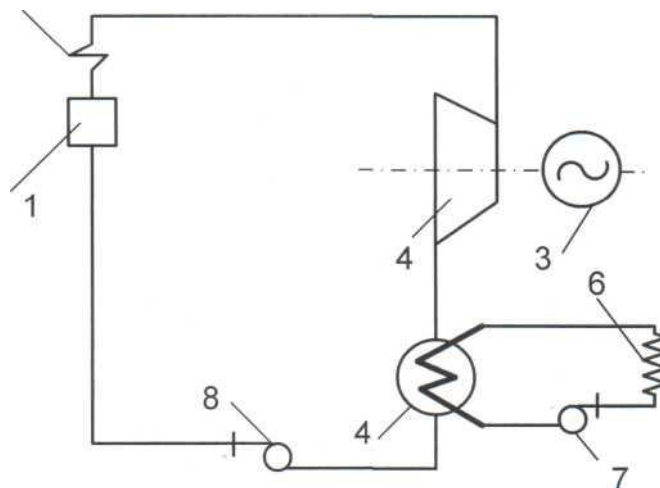


Рис. 2. Тепловая схема простейшей ТЭЦ

1 - котёл; 2 - пароперегреватель; 3 - генератор; 4 - турбина; 5 - конденсатор; 6 - потребитель теплоты; 7, 8 – насосы

Охлаждающая вода под действием насоса 7 циркулирует по замкнутому контуру, в который включен потребитель теплоты 6.

Тема 4.2. Гидравлические станции и их типы

Гидроэлектростанции – это высокоэффективные источники электроэнергии. В большинстве случаев ГЭС представляют собой объекты комплексного назначения, обеспечивающие нужды электроэнергетики и других отраслей народного хозяйства: мелиорация земель, водного транспорта, водоснабжения, рыбного хозяйства и т.д. ГЭС имеются практически во всех странах (за исключением государств Аравийского полуострова, Ливии и некоторых других). Их сооружения являются одним из важных направлений развития электроэнергетики.

ГЭС – это комплекс сооружений и оборудования, посредством которого энергия водотока преобразуется в электрическую энергию. Она состоит из гидротехнических сооружений, обеспечивающих необходимую концентрацию потока воды и создание сосредоточенного напора, и энергетического оборудования, преобразующего энергию движущейся под напором воды в электрическую энергию.

В зависимости от напора ГЭС подразделяют: на высоконапорные (более 80 м), средненапорные (от 25 до 80 м) и низконапорные (до 25 м). Принято называть совокупность гидротехнических сооружений, энергетическое и механическое оборудование гидроэнергетической установкой (ГЭУ).

Различают основные типы ГЭУ:

- гидроэлектростанции (ГЭС)
- насосные станции (НС)
- гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС)
- приливные электростанции (ПЭС)
- волновые электростанции

Основными сооружениями ГЭС на равнинной реке являются: *плотина*, создающая водохранилище и сосредоточенный перепад уровней, т.е. напор, и *здание ГЭС*, в котором размещаются гидротурбины, генераторы, электрическое и механическое оборудование. В случае необходимости строятся водосборные и судоходные сооружения, рыбопропускные сооружения и т.д.

Вода под воздействием силы тяжести по водоводам движется из верхнего бьефа в нижний, вращая рабочее колесо турбины. В энергетических целях в основном используется речной сток. При этом утилизируется либо непосредственно кинетическая энергия текущей воды (при этом мощности, как правило, невелики), либо её энергия, сконцентрированная за

счёт создания искусственного перепада высот (плотинные и деривационные ГЭС). Турбина и генератор вместе образуют гидрогенератор. В турбине энергия водотока преобразуется в механическую энергию вращения на валу агрегата, а генератор преобразует эту энергию в электрическую.

ГЭС как источник электрической энергии имеют существенные преимущества перед тепловыми и атомными электростанциями. Они лучше приспособлены для автоматизации и требуют меньшего количества эксплуатационного персонала. В России построены и эксплуатируются крупные ГЭС: каскад волжских ГЭС мощностью 2,53 ГВт и менее, Братская ГЭС - 4,5 ГВт, Красноярская ГЭС - 6,3 ГВт, Саяно-Шушенская ГЭС - 6,4 ГВт.

Тема 4.3. Атомные станции

АЭС – это по существу тепловые электростанции, которые используют тепловую энергию ядерных реакций.

Возможность использования ядерного топлива, в основном урана ^{235}U , в качестве источника теплоты связана с осуществлением цепной реакции деления вещества и выделением при этом огромного количества энергии. Самоподдерживающиеся и регулируемая цепная реакция деления ядер урана обеспечивается в ядерном реакторе.

Ввиду эффективности деления ядер урана ^{235}U при бомбардировке их медленными тепловыми нейтронами пока преобладают реакторы на медленных тепловых нейтронах.

Ядерное топливо используют обычно в твёрдом виде. Его заключают в предохранительную оболочку. Такого рода тепловыделяющие элементы называют *ТВЭлами*, их устанавливают в рабочих каналах активной зоны реактора. Тепловая энергия, выделяющаяся при реакции деления отводится из активной зоны реактора с помощью теплоносителя, который прокачивают под давлением через каждый рабочий канал или активную зону. Наиболее распространёнными теплоносителями является вода, которую тщательно очищают.

В настоящее время наиболее освоены реакторы на тепловых нейтронах. Такие реакторы конструктивно проще и легче управляемы по сравнению с реакторами на быстрых нейтронах. Однако перспективным направлением является использование реакторов на быстрых нейтронах с расширенным воспроизводством ядерного горючего – плутония, таким образом может быть использована большая часть ^{238}U .

Единичная мощность ядерных энергоблоков достигла 1500 МВт.

Тема 4.4. Газотурбинные и парогазовые установки

В отличие от паротурбинного цикла (паросилового цикла Ренкина для водяного пара), в циклах газотурбинных установок (ГТУ) рабочим телом служат нагретые до высокой температуры сжатые газы. В качестве таких газов чаще всего используют смесь воздуха и продуктов сгорания жидкого (или газообразного) топлива.

Технологическая схема электростанции с газовыми турбинами (ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении) представлена на рис. 3.

Воздушный компрессор К сжимает атмосферный воздух, повышая его давление с p_1 до p_2 , и непрерывно подаёт его в камеру сгорания КС. Туда же специальным насосом непрерывно подаётся необходимое количество жидкого или газообразного топлива. Образующиеся в камере продукты сгорания выходят из неё с температурой T_3 и практически с тем же давлением, что и на выходе из компрессора.

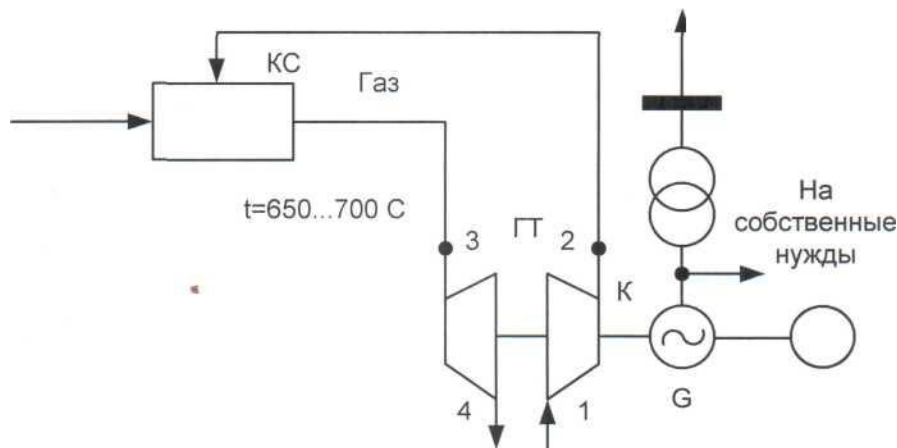


Рис. 3. Технологическая схема электростанции с газовыми турбинами 1,2- вход и выход воздуха в компрессоре; 3,4- вход и выход газа в турбине: КС - камера сгорания; ГТ- газовая турбина; К- компрессор; С - генератор; Т- трансформатор; РУВН-распределительное устройство высокого напряжения; М- пусковой двигатель

В газовой турбине продукты сгорания адиабатно расширяются, в результате чего их температура снижается до T_4 , а давление уменьшается до атмосферного p_1 . Весь перепад используется для получения технической работы в турбине. Большая часть работы расходуется на привод компрессора; разность между технической работой и работой на компрессор затрачивается на производство электроэнергии в электрическом генераторе.

Раздел 5. Принципы работы и конструктивное выполнение основных элементов электроэнергетической системы

Тема 5.1. Принцип работы и конструктивное выполнение синхронных генераторов.

Лекция проводится в интерактивной форме: лекция-беседа, лекция с текущим контролем (1 час).

Основные элементы электроэнергетической системы (иногда называемые силовыми элементами) осуществляют выработку электрической энергии, её преобразование, передачу на расстояние и потребление.

В электроэнергетической системе имеются различные дополнительные элементы, предназначенные для регулирования свойств основных элементов: всевозможные устройства автоматики, коммутационные аппараты, компенсирующие устройства, изменяющие сопротивление и проводимости ЛЭП, и т.д. Дополнительные элементы придают электрическим системам качественно новые свойства, повышают надёжность работы, облегчают управление, улучшают качество электроэнергии.

Электрический генератор переменного тока.

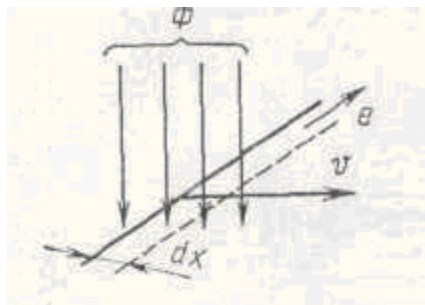
В 1821 г., исследуя взаимодействие проводников с током и магнитов, Фарадей установил, что электрический ток, проходящий по проводнику, может заставить этот проводник совершать вращение вокруг магнита или вызывать вращение магнита вокруг проводника. Этот опыт доказал принципиальную возможность построения электродвигателя.

В 1831 г. М. Фарадей открыл явление электромагнитной индукции и сформулировал закон электромагнитной индукции:

электродвижущая сила, возникающая в замкнутом проводящем контуре, пропорциональна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную этим контуром.

$$e = -d\Phi/dt.$$

Появление ЭДС при движении проводника в магнитном поле иллюстрируется рис. 5.



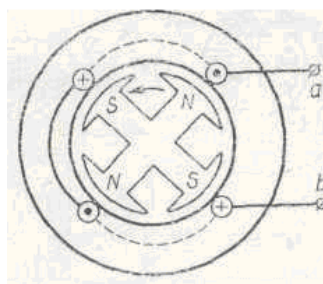
Величина электродвижущей силы (ЭДС) не зависит от того, что является причиной изменения потока — изменение самого магнитного поля или движение контура (или его части) в магнитном поле. Электрический ток, вызванный этой ЭДС, называется индукционным током.

В следующие годы (1833—1834) русский академик Э.Х. Ленц дал глубокий анализ явлению электромагнитной индукции и в своем «правиле» показал, что это явление и явление Ампера (силовое действие магнитного поля на ток) представляют собой две стороны единого электромагнитного процесса. Из «правила Ленца» вытекает принцип обратимости электрической машины.

В годы, непосредственно следующие за открытиями Фарадея и Ленца, появляются первые модели электромагнитных генераторов постоянного тока. В 1834 г. петербургский академик Б. С. Якоби предложил первый электрический двигатель с вращательным движением.

В 1878 г. П. Н. Яблочковым были предложены и изготовлены реальные модели, послужившие прототипом современного синхронного генератора и трансформатора с незамкнутой магнитной цепью.

Принцип работы синхронного генератора основан на законе электромагнитной индукции. Синхронный генератор переменного тока состоит из неподвижного статора и вращающегося ротора. Обычно ротор выполняется в виде электромагнитов, обмотки которых называются обмотками возбуждения. Эти обмотки получают питание от источников постоянного тока через кольца и щётки. В пазах статора, выполненного из стальных листов, находятся проводники, соединённые между собой последовательно (рис.6). При вращении ротора в каждом проводнике индуцируется ЭДС.



Тема 5.2. Гидравлические станции и их типы

Гидроэлектростанции – это высокоэффективные источники электроэнергии. В большинстве случаев ГЭС представляют собой объекты комплексного назначения, обеспечивающие нужды электроэнергетики и других отраслей народного хозяйства: мелиорация земель, водного транспорта, водоснабжения, рыбного хозяйства и т.д. ГЭС имеются практически во всех странах (за исключением государств Аравийского полуострова, Ливии и некоторых других). Их сооружения являются одним из важных направлений развития электроэнергетики.

ГЭС – это комплекс сооружений и оборудования, посредством которого энергия водотока преобразуется в электрическую энергию. Она состоит из гидротехнических сооруже-

ний, обеспечивающих необходимую концентрацию потока воды и создание сосредоточенного напора, и энергетического оборудования, преобразующего энергию движущейся под напором воды в электрическую энергию.

В зависимости от напора ГЭС подразделяют: на высоконапорные (более 80 м), средненапорные (от 25 до 80 м) и низконапорные (до 25 м). Принято называть совокупность гидротехнических сооружений, энергетическое и механическое оборудование гидроэнергетической установкой (ГЭУ).

Различают основные типы ГЭУ:

- гидроэлектростанции (ГЭС)
- насосные станции (НС)
- гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС)
- приливные электростанции (ПЭС)
- волновые электростанции

Основными сооружениями ГЭС на равнинной реке являются: *плотина*, создающая водохранилище и сосредоточенный перепад уровней, т.е. напор, и *здание ГЭС*, в котором размещаются гидротурбины, генераторы, электрическое и механическое оборудование. В случае необходимости строятся водосборные и судоходные сооружения, рыбопропускные сооружения и т.д.

Вода под воздействием силы тяжести по водоводам движется из верхнего бьефа в нижний, вращая рабочее колесо турбины. В энергетических целях в основном используется речной сток. При этом утилизируется либо непосредственно кинетическая энергия текущей воды (при этом мощности, как правило, невелики), либо её энергия, сконцентрированная за счёт создания искусственного перепада высот (плотинные и деривационные ГЭС). Турбина и генератор вместе образуют гидрогенератор. В турбине энергия водотока преобразуется в механическую энергию вращения на валу агрегата, а генератор преобразует эту энергию в электрическую.

ГЭС как источник электрической энергии имеют существенные преимущества перед тепловыми и атомными электростанциями. Они лучше приспособлены для автоматизации и требуют меньшего количества эксплуатационного персонала. В России построены и эксплуатируются крупные ГЭС: каскад волжских ГЭС мощностью 2,53 ГВт и менее, Братская ГЭС - 4,5 ГВт, Красноярская ГЭС - 6,3 ГВт, Саяно-Шушенская ГЭС - 6,4 ГВт

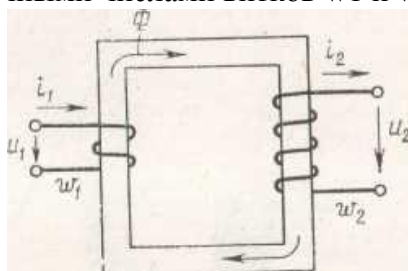
Тема 5.3. Принцип работы и конструктивное выполнение силовых трансформаторов.

Одно из преимуществ переменного тока по сравнению с постоянным – простота преобразования напряжения, что важно для передачи электрической энергии на расстояние. Изменение напряжения и тока производится в трансформаторах.

(от лат. *transformo* — преобразовывать) — электрический аппарат, имеющий две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенный для преобразования посредством электромагнитной индукции одной или нескольких систем переменного тока в одну или несколько других систем переменного тока (ГОСТ Р 52002-2003).

30 ноября 1876 года, дата получения патента Яблочковым Павлом Николаевичем, считается датой рождения первого трансформатора. Это был трансформатор с разомкнутым сердечником, представлявшим собой стержень, на который наматывались обмотки.

Простейший трансформатор состоит из стального магнитопровода, на котором расположены две обмотки с различными числами витков w_1 и w_2 (рис.7).



Работа трансформатора основана на двух базовых принципах:

1. Изменяющийся во времени электрический ток создаёт изменяющееся во времени магнитное поле (электромагнетизм)
2. Изменение магнитного потока, проходящего через обмотку, создаёт ЭДС в этой обмотке (электромагнитная индукция)

На одну из обмоток, называемую первичной обмоткой, подаётся напряжение от внешнего источника. Протекающий по первичной обмотке переменный ток создаёт переменный магнитный поток в магнитопроводе. В результате электромагнитной индукции изменяющийся в сердечнике магнитный поток наводит в катушках ЭДС, значения которых пропорциональны числам витков:

$$e_1 = -w_1 \cdot d\Phi/dt; e_2 = -w_2 \cdot d\Phi/dt.$$

С изобретением трансформатора возник технический интерес к переменному току. Русский электротехник Михаил Осипович Доливо-Добровольский в 1889 г. предложил трёхфазную систему переменного тока, построил первый трёхфазный асинхронный двигатель и первый трёхфазный трансформатор.

1928 год можно считать началом производства силовых трансформаторов в СССР, когда начал работать Московский трансформаторный завод (впоследствии — Московский электрозавод).

Тема 5.4. Линии электропередач.

Первым случаем передачи электрического сигнала на расстояние считается эксперимент, проведенный в середине 18 века аббатом Ж-А Нолле: две сотни монахов Картезианского монастыря по его указанию взяли руками за металлический провод и встали в линию длиной более мили. Когда любознательный аббат разрядил электроконденсатор на провод, все монахи тотчас убедились в реальности электричества, а экспериментатор в скорости его распространения.

В 1891 году им была построена первая линия электропередачи трехфазного тока.

По конструктивному выполнению ЛЭП подразделяются на воздушные и кабельные. Металлические провода (обычно из алюминия и стали) воздушных линий подвешиваются к опорам через изоляторы, имеющие специальные зажимы (рис.8 – схематически изобразить опору с подвешенными проводами).

Опоры выполняются деревянными, металлическими и железобетонными в зависимости от назначения линий, используемого класса напряжения, экономических соображений и т.п.

В кабельных линиях изолированные друг от друга провода заключены в защитные оболочки. Обычно кабельные линии прокладывают в земле непосредственно или в специальных кабельных каналах.

При отключении ЛЭП между контактами *выключателя* возникает мощная электрическая дуга, для гашения которой используются специальные устройства. Процесс отключения линий должен проходить как можно быстрее, чтобы обеспечить высокую надёжность электрических систем, например при ликвидации аварии. Современные высоковольтные выключатели способны отключать линии за доли секунд в зависимости от класса напряжения.

Раздел 6. Передача электрической энергии на расстояние и объединение электроэнергетических систем

Тема 6.1. Необходимость передачи электрической энергии на большие расстояния.

Необходимость сооружения ЛЭП объясняется выработкой электроэнергии в основном на крупных электростанциях, удалённых от потребителей – относительно мелких приёмников, распределённых на обширных территориях.

Передача электроэнергии во всех странах мира осуществляется преимущественно на трехфазном переменном токе частотой 50 Гц или 60 Гц. Это объясняется следующими причинами:

1) Основными потребителями являются электропривода различных механизмов, для которых применяют простые и надежные трехфазные асинхронные двигатели. Вращающееся электромагнитное поле – естественное свойство трехфазной системы. Производство электроэнергии технически возможно как генераторами переменного тока, так и постоянного, рабочее напряжение которых ограничено по конструктивным соображениям до 30 кВ.

2) Для обеспечения экономичности передачи электроэнергии на дальние расстояния необходимо повышать напряжение генераторов. Непосредственная трансформация постоянного тока невозможна. Поэтому повышение напряжения при токах в несколько тысяч ампер возможно только с помощью явления электромагнитной индукции и трансформаторов, что создает возможность для последующей эффективной передачи электроэнергии переменным током. Потребление электроэнергии производится на относительно низком напряжении – сотни, тысячи вольт. Поэтому на приемном конце электропередачи необходимо снова использовать трансформные устройства.

По этим двум причинам: производство, передача и потребление осуществляется, как правило, на переменном токе.

Доставка электрической энергии от электростанции к электроприемникам в общем случае осуществляется сетями различного класса номинального напряжения, т.е. выводы генераторов на электростанциях и электроприемников разделяют сети нескольких ступеней трансформации.

На рисунке №1 представлена принципиальная упрощенная схема передачи и распределения электрической энергии, охватывающее все ступени (классы) номинального напряжения.

Для передачи электроэнергии постоянным током сооружаются выпрямительные подстанции – выпрямительная (ВПС) на питающем конце электропередачи, преобразующая после трансформации на высокое напряжение переменный ток в постоянный с незначительными пульсациями с последующей передачей электроэнергии на расстояние, и инверторная (ИПС) на переменном токе с обратным преобразованием постоянного тока в переменный для трансформации на низкое напряжение.

Упрощенная схема объясняющая состав главных элементов и общий принцип работы линии постоянного тока, дана на рисунке №2.

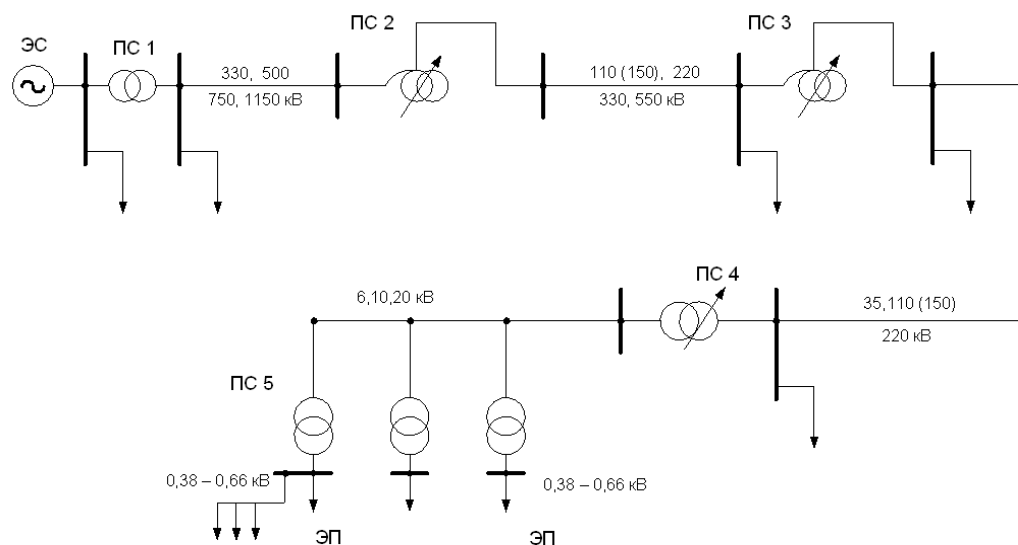


Рисунок №1 Условная схема системы и распределения электроэнергии

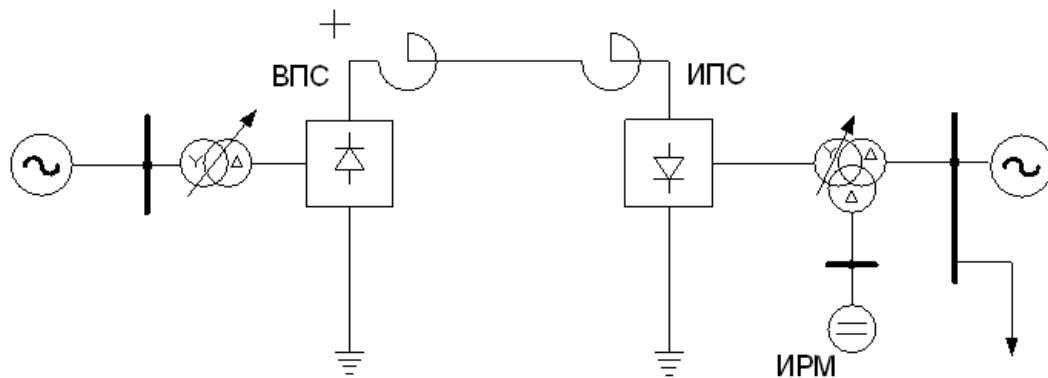


Рисунок №2 Принципиальная схема электропередачи постоянного тока

Тема 6.2. Объединение электроэнергетических систем.

Для обеспечения работы преобразовательных подстанций необходима значительная реактивная мощность (примерно 50 % от передаваемой активной). Эта мощность должна покрываться генераторами имеющимися в системе и источниками реактивной мощности (ИРМ), компенсирующими устройствами большой мощности, устанавливаемыми поблизости от потребителей. Для сглаживания пульсации тока и ограничения скорости при повреждениях, в линию включают реакторы.

Из ряда качеств линий постоянного тока можно выделить особое: по электропередачи постоянного тока возможно соединение ЭЭС с различной частотой, т.е. возможно выполнить несинхронную связь различных систем.

Наличие двух подстанций (выпрямительной и инверторной) - дорогих и сложных в эксплуатации – сдерживает широкое применение линий постоянного тока. Применение постоянного тока для передачи электрической энергии может быть альтернативой переменному току для сверхдальних линий (от 1500 км и выше и передаче мощности от 2000 МВт).

Передача электрической энергии на расстояние даёт ряд преимуществ, позволяя:

- 1) применять отдалённые источники энергии;
- 2) уменьшать суммарную резервную мощность генераторов;
- 3) более полно использовать мощные ГЭС;
- 4) увеличивать надёжность электроснабжения потребителей.

На первой стадии развития электроэнергетики представляла собой совокупность отдельных электростанций, каждая из которых через собственную сеть передавала электроэнергию потребителям, не связанным между собой. В дальнейшем стали создаваться энергетические системы, в которых электрические станции соединялись электрическими сетями и включались на параллельную работу. Отдельные энергетические системы в свою очередь также объединялись, образуя более крупные энергетические системы. В настоящее время разрабатываются проекты по физическому объединению ЭЭС России и Европы.

Создание объединённых энергетических систем позволяет:

- 1) Уменьшить суммарную используемую мощность электростанций.
- 2) Повысить экономичность выработки электроэнергии.
- 3) Повысить надёжность электроснабжения потребителей.
- 4) Повысить качество электроэнергии.

Важной и неотъемлемой частью системы передачи и распределения электрической энергии являются различные устройства автоматики и регулирования.

Раздел 7. Распределение электрической энергии между потребителями

Тема 7.1. Использование электрической энергии в народном хозяйстве.

Широкое применение электрической энергии в народном хозяйстве обусловлено ее специфическими свойствами:

- способностью превращаться практически во все другие виды энергии (тепловую, механическую, звуковую, световую и т. д.);
- возможностью относительно просто передаваться на значительные расстояния в больших количествах;
- способностью к дроблению энергии и преобразованию ее параметров (изменение напряжений, частоты);
- огромными скоростями протекания электромагнитных процессов.

Неограниченные возможности дробления электроэнергии позволяют создавать установки, обладающие большими мощностями, например двигатели, приводящие в движение огромные прокатные станы, и малыми мощностями, например электродвигатели для наручных часов.

Электрификацию силовых процессов в машиностроительном производстве можно разделить на три этапа.

На первом этапе происходило внедрение единичных приводов, заменивших паросиловые установки и групповые электрические приводы. При единичном приводе энергия между отдельными узлами распределялась механическим способом, что усложняло кинематику станков и вызывало большие потери.

На втором этапе совершенствование машин шло по пути создания многодвигательного привода, когда отдельные движения осуществлялись от индивидуальных двигателей.

На третьем этапе (современном) широко применяются средства автоматики для управления электроприводом. Автоматизированный электропривод, базирующийся на достижениях науки и техники, служит основой создания поточного производства машин и оборудования. Он позволяет создавать автоматические станочные линии, технологический процесс которых контролируется и управляется вычислительными машинами. Автоматизированные приводы созданы на блюмингах и обрабатывающих станках, на различных механических погрузчиках и т. д. В автоматизации электропривода наблюдается переход от электромеханических устройств к электронным, имеющим следующие преимущества: отсутствие контактов, малую инерционность, долговечность, компактность. Развитие электропривода основывается на достижениях в различных областях знаний, на использовании методов теории информации, логического синтеза, математического программирования. Важная принципиальная особенность современного автоматизированного электропривода состоит в использовании методов кибернетики. Внедрение электропривода значительно улучшает условия труда в промышленности и эстетическое оформление производственных помещений.

Тема 7.2. Понятие о графике нагрузок.

При проектировании систем электроснабжения выполняется ряд расчетов, результаты которых позволяют выбрать оборудование подстанций, сечение и материал проводников, наиболее экономичные способы передачи электроэнергии, конфигурацию сети и т.п. Определение расчетных электрических нагрузок и учет изменения их во времени в этом случае является исходным материалом для всего последующего проектирования. При проектировании и эксплуатации электрических сетей промышленных предприятий приходится иметь дело с различными видами их нагрузок: по активной мощности P , по реактивной мощности Q и по току.

Кривая изменения активной, реактивной и токовой нагрузки во времени, называется графиком нагрузки по активной, реактивной мощностям и току соответственно.

Графики нагрузок дают возможность определить некоторые показатели, необходимые при расчетах нагрузок, и более рационально выполнить систему электроснабжения.

Назначение и классификация графиков нагрузок

Электрическая нагрузка характеризует потребление электрической энергии отдельными приемниками, группой приемников в цехе, цехом и заводом в целом. При проектировании и эксплуатации систем электроснабжения промышленных предприятий основными являются три вида нагрузок:

- а) активная мощность P ;
- б) реактивная мощность Q ;
- в) ток I .

В расчетах систем электроснабжения промышленных предприятий используются следующие значения электрических нагрузок:

- а) средняя нагрузка за наиболее загруженную смену – для определения расчетной нагрузки и расхода электроэнергии;
- б) расчетный получасовой максимум активной и реактивной мощности – для выбора элементов систем электроснабжения по нагреву, отклонению напряжения и экономическим соображениям;
- в) пиковый ток – для определения колебаний напряжения, выбора устройств защиты и их уставок.

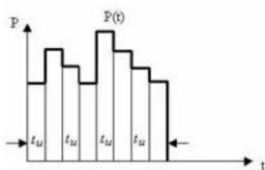
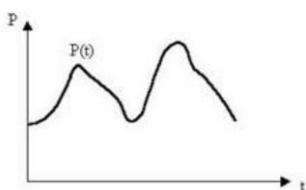


Рис.1. График нагрузок по записи регистрирующих приборов
Рис.2. График нагрузки по показаниям счетчика активной энергии

Графики нагрузок подразделяют на индивидуальные и групповые.

Индивидуальные графики ($p(t)$, $q(t)$, $i(t)$), необходимы для определения нагрузок мощных приемников электроэнергии (электрические печи, преобразовательные агрегаты главных приводов прокатных станков и др.).

При проектировании систем электроснабжения промышленных предприятий используются, как правило, групповые графики нагрузок (от графиков нагрузок нескольких приемников электроэнергии до графиков предприятия в целом). Графики нагрузок всего промышленного предприятия дают возможность определить потребление активной и реактивной энергии предприятием, правильно и рационально выбрать питающие предприятие источники тока, а также выполнить наиболее рациональную схему электроснабжения.

По продолжительности различают суточные и годовые графики нагрузок предприятия. Каждая отрасль промышленности имеет свой характерный график нагрузок, определяемый технологическим процессом производства. Групповой график нагрузок складывается из индивидуальных графиков нагрузок приемников, входящих в данную группу. Степень регулярности групповых графиков определяется типами индивидуальных графиков и взаимосвязью нагрузок отдельных приёмников по технологическому режиму работы.

Раздел 8. Управление электроэнергетическими процессами

Тема 8.1. Необходимость управления электроэнергетическими системами.

Управление ЭЭС осуществляется автоматическими регуляторами и устройствами противоаварийной автоматики. В последнее время для управления стали применять цифровые машины. Настройка автоматических систем управления производится методами синтеза в соответствии с заранее выбранными характеристиками таким образом, чтобы обеспечить экономичность работы системы и высокие показатели качества отпускаемой потребителям электроэнергии.

Выбор видов используемых автоматических устройств, оценка их эффективности и влияния на надёжность работы энергосистем производятся на основе оптимизационных расчетов.

Управление режимами ЭЭС должно быть оптимальным, т.е. дающим наилучший технико-экономический эффект в условиях действия противоположных факторов. Например, желая увеличить передаваемую по линии мощность, можно вызвать аварийное отключение этой линии из-за нарушения устойчивости. Одна тенденция, состоит в положительном эффекте, получаемом при увеличении передаваемой мощности, другая — в отрицательных последствиях, вызванных понижением надёжности и возможностью полного прекращения передачи электроэнергии по линии, причем вероятность прекращения передачи возрастает с увеличением передаваемой мощности.

Тема 8.2. Процессы взаимодействия управляющей и управляемой систем в электроэнергетике

В электроэнергетических системах вся получаемая электрическая энергия немедленно потребляется. Непредвиденные колебания электрической нагрузки компенсируются за счёт изменения кинетической энергии вращения ротора генератора. Если нагрузка увеличится, то мощность, вырабатываемая электрическим генератором, возрастет. При этом ротор притормозится и его кинетическая энергия уменьшится. Снижение нагрузки приведет к увеличению кинетической энергии ротора генератора.

Ротор генератора находится на одном валу с турбиной. Уменьшение частоты вращения турбины приведет в действие автоматические устройства, которые увеличат подачу пара или воды в турбину, с тем чтобы сохранить неизменной частоту вращения ротора генератора.

Современные энергетические системы обладают высокой степенью организованности благодаря насыщенности автоматическими управляющими элементами. В результате работы устройств управления происходит упорядочение системы, приведение её к большей организованности. Процесс взаимодействия управляющей и управляемой систем состоит из нескольких последовательных этапов:

- 1) получение данных о состоянии управляемой системы, т.е. информации о её режиме;
- 2) передача этой информации в управляющую систему;
- 3) переработка информации управляющей системой с целью выдачи управляющего сигнала (команды управления). Выработка команды управления происходит в соответствии с законом управления – алгоритмом. Алгоритм управления определяет направление воздействия на систему для приведения её в требуемое состояние;
- 4) передача команды управления к исполнительному органу и выполнение ее, после чего обратная передача информации о выполнении команды в управляющую систему.

Общие закономерности управления составляют предмет кибернетики как науки. Она изучает их, отвлекаясь от конкретной физической природы исследуемых систем и конкретного содержания процесса управления. Кибернетика энергетических систем рассматривает принципы управления автоматизированной энергетической системой.

4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Тема практического занятия</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в инте- рактивной, ак- тивной, инновационной формах, (час.)</i>
1	4.	Изучение технологических схем тепловых станций	1	-
2	4.	Изучение технологических схем гидравлических станций	1	-
3	4.	Изучение технологической схемы атомной электростанции	0,5	-
4	4.	Изучение газотурбинных и парогазовых установок	0,5	-
5	5.	Изучение принципа работы и конструктивного выполнения синхронных генераторов	0,5	-
6	5.	Изучение принципа работы и конструктивного выполнения силовых трансформаторов	0,25	-
7	5.	Изучение способов передачи электрической энергии на расстояние	0,25	-
ИТОГО			4	-

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенция</i>		Σ <i>комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ОК-2</i>	<i>ПК-3</i>				
1		2	3	4	5	6	7	8
1. Значение электроэнергетики в техническом прогрессе		11,5	+	-	1	11,5	ЛК, СР	экзамен
2. История развития электроэнергетики		10,5	+	-	1	10,5	ЛК, СР	экзамен
3. Энергетические ресурсы и их использование		10,5	+	-	1	10,5	ЛК, СР	экзамен
4. Виды электрических станций традиционного типа		23,5	+	+	2	11,75	ЛК, ПЗ, СР	экзамен

5. Принцип работы и конструктивное выполнение основных элементов электрической системы	11,5	+	+	2	5,75	ЛК, ПЗ, СР	экзамен
6. Передача электрической энергии на расстояние и объединение электроэнергетических систем	10,5	+	+	2	5,25	ЛК, СР	экзамен
7. Распределение электрической энергии между потребителями	10,5	+	-	1	10,5	ЛК, СР	экзамен
8. Управление электроэнергетическими системами	10,5	+	-	1	10,5	ЛК, СР	экзамен
Всего часов	99	76,25	22,75	2	36		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Веников В.А. Введение в специальность. Электроэнергетика: учебник для вузов / В.А. Веников, Е. В. Путятин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 239 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Симонов, Н.С. Начало электроэнергетики Российской Империи и СССР, как проблема техноценоза / Н.С. Симонов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. - 641 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9729-0143-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466494	Лк, СР	ЭР	1
2.	Афонин, В.В. Электрические станции и подстанции : учебное пособие : в 3 ч. / В.В. Афонин, К.А. Набатов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - Ч. 1. - 91 с. : ил.,табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8265-1298-2. - ISBN 978-5-8265-1387-3 (ч. 1) ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444619	Лк, ПЗ, СР	ЭР	1
Дополнительная литература				
3.	Гидроэнергетика: учеб . пособие / Т.А. Филиппова ,	Лк, СР	ЭР	1

	М.Ш. Мисриханов, Ю.М. Сидоркин, А.Г. Русина . 3еизд., перераб. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013.620 с.[Электронный ресурс]. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=436213 &sr=1			
4.	Ушаков, В.Я. Современные проблемы электроэнергетики: учебное пособие / В.Я. Ушаков; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Министерство образования и науки Российской Федерации. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2014. - 447 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442813	Лк, СР	ЭР	1
5.	Веников В.А. Введение в специальность. Электроэнергетика: учебник для вузов / В.А. Веников, Е. В. Пуятин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 239 с.	Лк, ПЗ, СР	78	1

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ

http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.

2. Электронная библиотека БрГУ

<http://ecat.brstu.ru/catalog> .

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»

<http://biblioclub.ru> .

4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»

<http://e.lanbook.com> .

5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"

<http://window.edu.ru> .

6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .

7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)

<https://uisrussia.msu.ru/> .

8. Национальная электронная библиотека НЭБ <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

Практическое занятие №1

Изучение технологических схем тепловых станций

Цель работы:

Изучить технологическую схему конденсационных электрических станций (КЭС).

Задание:

Изучить технологическую схему КЭС.

Порядок выполнения:

Изучить технологическую схему КЭС.

Форма отчетности:

В отчет по практическому занятию вносится:

1. Цель работы;
2. Технологическая схема КЭС;
3. Описание схемы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

При подготовке к практическому занятию и для его выполнения необходимо изучить литературу, указанную ниже.

Основная литература

1. Веников В.А. Введение в специальность. Электроэнергетика: учебник для вузов / В.А. Веников, Е. В. Путятин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 239 с.

Дополнительная литература

1. Афонин, В.В. Электрические станции и подстанции : учебное пособие : в 3 ч. / В.В. Афонин, К.А. Набатов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - Ч. 1. - 91 с. : ил.,табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8265-1298-2. - ISBN 978-5-8265-1387-3 (ч. 1) ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444619>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Основные элементы технологической схемы КЭС.
2. За счет чего на КЭС вырабатывается электрическая энергия?

Практическое занятие №2

Изучение технологических схем тепловых станций

Цель работы:

Изучить технологическую схему теплоэлектроцентрали (ТЭЦ).

Задание:

Изучить технологическую схему ТЭЦ.

Порядок выполнения:

Изучить технологическую схему ТЭЦ.

Форма отчетности:

В отчет по практическому занятию вносится:

1. Цель работы;
2. Технологическая схема ТЭЦ;
3. Описание схемы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

При подготовке к практическому занятию и для его выполнения необходимо изучить литературу, указанную ниже.

Основная литература

1. Веников В.А. Введение в специальность. Электроэнергетика: учебник для вузов / В.А. Веников, Е. В. Пуятин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 239 с.

Дополнительная литература

1. Афонин, В.В. Электрические станции и подстанции : учебное пособие : в 3 ч. / В.В. Афонин, К.А. Набатов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - Ч. 1. - 91 с. : ил., табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8265-1298-2. - ISBN 978-5-8265-1387-3 (ч. 1) ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444619>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Основные элементы технологической схемы ТЭЦ.
2. За счет чего на ТЭЦ вырабатывается электрическая энергия?

Практическое занятие №3

Изучение технологических схем гидравлических станций

Цель работы:

Изучить виды гидравлических станций (ГЭС).

Задание:

Изучить технологические схемы ГЭС.

Порядок выполнения:

1. Изучить технологическую схему плотинной ГЭС.
2. Изучить технологическую схему приплотинной ГЭС.
3. Изучить технологическую схему деривационной ГЭС.
4. Изучить технологическую схему гидроаккумулирующей электростанции.

Форма отчетности:

В отчет по практическому занятию вносится:

1. Цель работы;
2. Технологические схемы ГЭС;
3. Описание схемы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

При подготовке к практическому занятию и для его выполнения необходимо изучить литературу, указанную ниже.

Основная литература

1. Веников В.А. Введение в специальность. Электроэнергетика: учебник для вузов / В.А. Веников, Е. В. Пуятин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 239 с.

Дополнительная литература

1. Афонин, В.В. Электрические станции и подстанции : учебное пособие : в 3 ч. / В.В. Афо-

нин, К.А. Набатов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - Ч. 1. - 91 с. : ил.,табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8265-1298-2. - ISBN 978-5-8265-1387-3 (ч. 1) ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444619>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Принципиальное отличие видов гидроэлектростанций.

Практическое занятие №4

Изучение технологической схемы атомных электростанций

Цель работы:

Изучить технологическую схему атомных электростанций (АЭС).

Задание:

Изучить технологическую схему АЭС

Порядок выполнения:

Изучить технологическую схему АЭС

Форма отчетности:

В отчет по практическому занятию вносится:

1. Цель работы;
2. Технологические схемы АЭС;
3. Описание схемы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

При подготовке к практическому занятию и для его выполнения необходимо изучить литературу, указанную ниже.

Основная литература

1.Веников В.А. Введение в специальность. Электроэнергетика: учебник для вузов / В.А. Веников, Е. В. Путятин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 239 с.

Дополнительная литература

1. Афонин, В.В. Электрические станции и подстанции : учебное пособие : в 3 ч. / В.В. Афонин, К.А. Набатов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - Ч. 1. - 91 с. : ил.,табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8265-1298-2. - ISBN 978-5-8265-1387-3 (ч. 1) ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444619>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. По какому принципу на АЭС вырабатывается электроэнергия;
2. Какие виды топлива используются на АЭС?.

Практическое занятие №5

Изучение газотурбинных и парогазовых установок

Цель работы:

Изучить газотурбинные и парогазовые установки

Задание:

Изучить газотурбинные и парогазовые установки

Порядок выполнения:

1. Изучить газотурбинные установки;
2. Изучить парогазовые установки.

Форма отчетности:

В отчет по практическому занятию вносится:

4. Цель работы;
5. Технологические схемы газотурбинных и парогазовых установок;
6. Описание схемы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

При подготовке к практическому занятию и для его выполнения необходимо изучить литературу, указанную ниже.

Основная литература

1. Веников В.А. Введение в специальность. Электроэнергетика: учебник для вузов / В.А. Веников, Е. В. Путьтин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 239 с.

Дополнительная литература

1. Афонин, В.В. Электрические станции и подстанции : учебное пособие : в 3 ч. / В.В. Афонин, К.А. Набатов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - Ч. 1. - 91 с. : ил., табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8265-1298-2. - ISBN 978-5-8265-1387-3 (ч. 1) ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444619>

Контрольные вопросы для самопроверки

3. Принцип работы газотурбинных установок;
4. Принцип работы паротурбинных установок.

Практическое занятие №6

Изучение принципа работы и конструктивного выполнения синхронных генераторов

Цель работы:

Изучить принцип работы и конструктивное выполнение синхронных генераторов.

Задание:

Изучить принцип работы и конструктивное выполнение синхронных генераторов.

Порядок выполнения:

1. Изучить и конструктивное выполнение синхронных генераторов.
2. Изучить принцип работы синхронных генераторов.

Форма отчетности:

В отчет по практическому занятию вносится:

1. Цель работы;
2. Принцип работы и конструктивное выполнение синхронных генераторов.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

При подготовке к практическому занятию и для его выполнения необходимо изучить литературу, указанную ниже.

Основная литература

1. Веников В.А. Введение в специальность. Электроэнергетика: учебник для вузов / В.А. Веников, Е. В. Путятин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 239 с.

Дополнительная литература

1. Афонин, В.В. Электрические станции и подстанции : учебное пособие : в 3 ч. / В.В. Афонин, К.А. Набатов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - Ч. 1. - 91 с. : ил., табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8265-1298-2. - ISBN 978-5-8265-1387-3 (ч. 1) ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444619>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Из каких основных элементов состоит синхронный генератор?
2. За счет чего синхронный генератор вырабатывает электроэнергию?

Практическое занятие №7

Изучение принципа работы и конструктивного выполнения силовых трансформаторов

Цель работы:

Изучить принцип работы и конструктивное выполнение силовых трансформаторов.

Задание:

Изучить принцип работы и конструктивное выполнение силовых трансформаторов.

Порядок выполнения:

1. Изучить и конструктивное выполнение силовых трансформаторов.
2. Изучить принцип работы силовых трансформаторов.

Форма отчетности:

В отчет по практическому занятию вносится:

1. Цель работы;
2. Принцип работы и конструктивное выполнение силовых трансформаторов.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

При подготовке к практическому занятию и для его выполнения необходимо изучить литературу, указанную ниже.

Основная литература

1. Веников В.А. Введение в специальность. Электроэнергетика: учебник для вузов / В.А. Веников, Е. В. Путятин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 239 с.

Дополнительная литература

1. Афонин, В.В. Электрические станции и подстанции : учебное пособие : в 3 ч. / В.В. Афонин, К.А. Набатов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального

образования «Тамбовский государственный техниче-ский университет». - Тамбов : Изда-тельство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - Ч. 1. - 91 с. : ил.,табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8265-1298-2. - ISBN 978-5-8265-1387-3 (ч. 1) ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444619>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Из каких основных элементов состоит силовой трансформатор?
2. Работает ли трансформатор на постоянном токе?

Практическое занятие №8

Изучение способов передачи электрической энергии на расстояние

Цель работы:

Изучить способы передачи электрической энергии.

Задание:

Изучить способы передачи электрической энергии.

Порядок выполнения:

1. Изучить виды воздушных линий электропередачи.
2. Изучить виды кабельных линий.

Форма отчетности:

В отчет по практическому занятию вносится:

1. Цель работы;
2. Классификация воздушных линий электропередачи.
3. Классификация кабельных линий электропередачи.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

При подготовке к практическому занятию и для его выполнения необходимо изучить литературу, указанную ниже.

Основная литература

- 1.Веников В.А. Введение в специальность. Электроэнергетика: учебник для вузов / В.А. Веников, Е. В. Путьтин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 239 с.

Дополнительная литература

1. Афонин, В.В. Электрические станции и подстанции : учебное пособие : в 3 ч. / В.В. Афонин, К.А. Набатов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное обра-зовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный техниче-ский университет». - Тамбов : Изда-тельство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - Ч. 1. - 91 с. : ил.,табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8265-1298-2. - ISBN 978-5-8265-1387-3 (ч. 1) ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444619>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какое принципиальное отличие кабеля от провода?
2. Из каких материалов выполняются кабели?

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- ОС Windows 7 Professional;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;
- OpenOffice;
- LibreOffice;
- Adobe Reader;
- doPDF;
- 7-Zip;
- Ай-ЛогосСистема дистанционного обучения.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>ид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ПЗ , №Лк</i>
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория (1218)	Меловая или маркерная доска	-
ПЗ	Лекционная аудитория (1218)	Меловая или маркерная доска	-
СР	ЧЗ 3	Оборудование 15 ПК- CPU 5000/RAM 2Gb/HDD (Монитор TFT 19 LG 1953S-SF);принтер HP LaserJet P3005	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
1	2	3	4	5
ОК-2	способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции	1. Значение электроэнергетики в техническом прогрессе	1.1. Значение электроэнергетики в техническом прогрессе.	Вопросы к экзамену 1.1, 1,2
			1.2. Основные понятия об электроэнергетической системе.	
		2. История развития электроэнергетики	2.1. Основные ученые, внесшие вклад в развитие электроэнергетики.	Вопросы к экзамену 2.1, 2,2
			2.2. История электрификации России на примере строительства электрических станций.	
		3. Энергетические ресурсы и их использование	3.1. Основные понятия.	Вопросы к экзамену 3.1, 3.2
			3.2. Виды энергоресурсов и их запасы.	
		4. Виды электрических станций традиционного типа	4.1. Тепловые станции и их типы.	Вопросы к экзамену 4.1 ÷ 4.4
			4.2. Гидравлические станции и их типы.	
			4.3. Атомные электрические станции.	
			4.4. Газотурбинные и парогазовые установки	
5. Принципы работы и конструктивное выполнение основных элементов энергетической системы	5.1. Принцип работы и конструктивное выполнение синхронных генераторов	Вопросы к экзамену 5.1, 5.2		
	5.2. Принцип работы и конструктивное выполнение силовых трансформаторов			

1	2	3	4	5
		6. Передача электрической энергии на расстояние и объединение энергетических систем	6.1. Необходимость передачи электрической энергии на большие расстояния. 6.2. Объединение электроэнергетических систем.	Вопросы к экзамену 6.1, 6.2
		7. Распределение электрической энергии между потребителями	7.1. Использование электрической энергии в народном хозяйстве. 7.2. Понятие о графиках нагрузок.	Вопросы к экзамену 7.1, 7.2
		8. Управление электроэнергетическими системами	8.1. Необходимость управления электроэнергетическими системами. 8.2. Процессы взаимодействия управляющей и управляемой систем в электроэнергетике.	Вопросы к экзамену 8.1, 8.2
ПК-3	способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	4. Виды электрических станций традиционного типа	4.1. Тепловые станции и их типы.	Вопросы к экзамену 4.1 ÷ 4.4
			4.2. Гидравлические станции и их типы.	
			4.3. Атомные электрические станции.	
			4.4. Газотурбинные и парогазовые установки	
		5. Принципы работы и конструктивное выполнение основных элементов энергетической системы	5.1. Принцип работы и конструктивное выполнение синхронных генераторов	Вопросы к экзамену 5.1, 5.2
			5.2. Принцип работы и конструктивное выполнение силовых трансформаторов	
6. Передача электрической энергии на расстояние и объединение энергетических систем	6.1. Необходимость передачи электрической энергии на большие расстояния.	Вопросы к экзамену 6.1, 6.2		
	6.2. Объединение электроэнергетических систем.			

2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОК-2	способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции	1.1. Энергетическая наука. Энергетическая система. Электроэнергетика.	1. Значение электроэнергетики в техническом прогрессе
			1.2. Значение электроэнергетики в техническом прогрессе.	2. История развития электроэнергетики
			2.1. История электрификации России. 2.2. Стадии развития энергетического производства.	
			3.1. Виды энергоресурсов. 3.2. Возобновляемые источники энергии. 3.3. Неовозобновляемые источники энергии. Первый закон термодинамики.	3. Энергетические ресурсы и их использование
			4.1. Тепловая схема КЭС. 4.2. ГЭС и их типы. 4.3. Атомные электростанции. 4.4. Газотурбинные и парогазовые установки.	4. Виды электрических станций традиционного типа
			5.1. Принцип работы и конструктивное выполнение синхронных генераторов. 5.2. Принцип работы и конструктивное выполнение силовых трансформаторов.	5. Принципы работы и конструктивное выполнение основных элементов энергетической системы
			6.1. Необходимость передачи электрической энергии на большие расстояния. 6.2. Объединение электроэнергетических систем.	6. Передача электрической энергии на расстояние и объединение энергетических систем
			7.1. 7.1. Использование электрической энергии в народном хозяйстве. 7.2. Понятие о графиках нагрузок.	7. Распределение электрической энергии между потребителями
2.	ПК-3	способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в	8.1. Необходимость управления электроэнергетическими системами. 8.2. Процессы взаимодействия управляющей и управляемой систем в электроэнергетике.	4. Виды электрических станций традиционного типа
			4.1. Тепловая схема КЭС.	
			4.2. ГЭС и их типы.	
			4.3. Атомные электростанции. 4.4. Газотурбинные и парогазовые установки.	

	соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	5.1. Принцип работы и конструктивное выполнение синхронных генераторов. 5.2. Принцип работы и конструктивное выполнение силовых трансформаторов.	5. Принципы работы и конструктивное выполнение основных элементов энергетической системы
		6.1. Необходимость передачи электрической энергии на большие расстояния. 6.2. Объединение электроэнергетических систем.	6. Передача электрической энергии на расстояние и объединение энергетических систем

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
знать: (ОК-2) - этапы исторического развития электроэнергетики и современные способы получения электрической энергии; (ПК-3): - виды электрических станций традиционного типа. уметь: (ОК-2): - самостоятельно изучать отечественный и зарубежный опыт в становлении и развитии электроэнергетики; (ПК-3): - самостоятельно анализировать научно-техническую информацию; владеть: (ОК-2): - навыками анализа исторического развития электроэнергетики; (ПК-3): - навыками изложения основных понятий об электроэнергетической системе и её элементах.	отлично	Оценка «отлично» выставляется в случае, если обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал и демонстрирует: - всестороннее знание программного материала; - умение правильного применения основных положений программного материала; - владеет всеми навыками, полученными в ходе изучения программного материала.
	хорошо	Оценка «хорошо» выставляется в случае, если обучающийся демонстрирует: -недостаточно полное знание программного материала; - применение с несущественными ошибками основных положений программного материала.
	удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если обучающийся демонстрирует частичное знание программного материала; неоднократно допускал ошибки в ответе.
	неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если уровень владения программным материалом не отвечает требованиям; все вышеуказанные разделы не усвоены.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина История отрасли и введение в специальность направлена изучение основных этапов формирования и функционирования топливно-энергетического комплекса (ТЭК) страны, основу которого составляют электроэнергетические системы, объединенные в единую энергетическую систему (ЕЭС) России.

Изучение дисциплины История отрасли и введение в специальность предусматривает:

- лекции,
- практические занятия,
- экзамен.

В ходе освоения раздела 1 «Значение электроэнергетики в техническом прогрессе» студенты должны уяснить:

- основные понятия об энергетической системе;
- основные понятия о её элементах.

В ходе освоения раздела 2 «История развития электроэнергетики» студенты должны уяснить:

- основные этапы исторического развития электроэнергетики;
- знать основных ученых, внесших вклад в развитие электроэнергетики.

В ходе освоения раздела 3 «Энергетические ресурсы и их использование» студенты должны уяснить:

- виды энергоресурсов;
- представлять масштабы их использования.

В ходе освоения раздела 4 «Виды электрических станций традиционного типа» студенты должны уяснить:

- виды и принципы работы электрических станций;

В ходе освоения раздела 5 «Принципы работы и конструктивное выполнение основных элементов электроэнергетической системы» студенты должны изучить:

- принципы работы и конструктивное выполнение синхронных генераторов;
- принципы работы и конструктивное выполнение силовых трансформаторов;

В ходе освоения раздела 6 «Передача электроэнергии на расстояние» студенты должны уяснить:

- физику процесса передачи электроэнергии на расстояние;
- необходимость объединения электроэнергетических систем.

В ходе освоения раздела 7 «Распределение электрической энергии между потребителями» студенты должны изучить:

- виды графиков электрических нагрузок;
- классификацию потребителей по надежности электроснабжения.

В ходе освоения раздела 8 «управление электрическими системами» студенты должны изучить:

- способы управления электроэнергетическими системами;
- процессы взаимодействия управляющей и управляемой систем в электроэнергетике.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется особо обратить внимание на принципы преобразования энергии в различных электротехнических установках.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: характеристика невозобновляемых источников энергии; характеристика возобновляемых источников энергии; технические характеристики топлив; термодинамические процессы и циклы; первый закон термодинамики; второй закон термодинамики; третий закон термодинамики; принцип работы и технологическая схема КЭС; принцип работы и технологическая схема ТЭЦ; общая характеристика газотурбинной установки и её технологическая схема; общая характеристика парогазовой установки и её технологическая схема; устройство и классификация ядерных реакторов; технологическая схема атомной электростанции; схемы создания напора и основное оборудование гидроэлектростанций; классификация гидротур-

бин; малые ГЭС и микро ГЭС; гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС); приливные электростанции (ПЭС); волновые электростанции; преобразование солнечной энергии в электричество; ветроэнергетические установки; биомасса и её использование для получения энергии; водородная энергетика; геотермальная энергетика; механические накопители энергии; электрические накопители энергии; экологические аспекты в энергетике; закон об энергосбережении и основные способы энергосбережения.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление изложения основных понятий об электроэнергетической системе и её элементах.

Самостоятельную работу необходимо начинать с изучения теоретического материала.

В процессе консультации с преподавателем необходимо выяснить все непонятные моменты.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературы.

АННОТАЦИЯ **рабочей программы дисциплины**

Общая энергетика

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: выработка представлений обо всех разделах электроэнергетики и их взаимосвязях, электроэнергетических системах и основных происходящих в них процессах преобразования, передачи и потребления электроэнергии, принципах работы и конструктивном выполнении энергетических установок, современном состоянии и перспективах развития электроэнергетики.

Задачами усвоения дисциплины является: усвоение студентами основных принципов получения электрической энергии, а также представления современного состояния и перспективах развития электроэнергетики.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк 4 ч; ПЗ 4 ч; СР 91 ч.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часа, 3 зачетных единиц

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Значение электроэнергетики в техническом прогрессе.
2. История развития электроэнергетики.
3. Энергетические ресурсы и их использование.
4. Виды электрических станций традиционного типа.
5. Принципы работы и конструктивное выполнение основных элементов электроэнергетической системы.
6. Передача электрической энергии на расстояние и объединение электроэнергетических систем.
7. Распределение электрической энергии между потребителями.
8. Управление электроэнергетическими системами.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК-2 способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции
- ПК-3 способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20 ____ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) от «3» сентября 2015 г. №955

для набора 2014 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «3» июля 2018г. №413

Программу составил:

Булатов Ю.Н., зав. кафедрой, доцент, к.т.н. _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ЭиЭ

от «__» __декабря__ 2018 г., протокол № _____

Заведующий кафедрой ЭиЭ _____

Ю.Н. Булатов

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой _____

Ю.Н. Булатов

Директор библиотеки _____

Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ФЭиА

от «__» __декабря__ 2018 г., протокол № _____

Председатель методической комиссии ФЭиА _____

А.Д. Ульянов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник

учебно-методического управления _____

Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____