

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**(ФГБОУ ВО «АмГУ»)**

Хондошко Ю. В., Мясоедова Л. А.

## **ОБЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

*Методические указания к самостоятельной работе*

Благовещенск, 2021

*Печатается по решению  
Редакционно-издательского совета  
Энергетического факультета  
Амурского государственного  
университета*

Хондошко Ю.В., Мясоедова Л.А.

Общая энергетика: методические указания к самостоятельной работе / Ю.В. Хондошко, Л.А. Мясоедова - Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2021. – 28 с.

Методические указания предназначены для оказания помощи студентам, обучающимся по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, в получении необходимых дополнительных знаний в области энергетики. В методических указаниях даны структура, задания и методика реализации всех видов самостоятельных работ в соответствии с учебным планом направления подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Организация самостоятельной работы	4
1.1 Цели и задачи самостоятельной работы	4
1.2 Требования к уровню освоения содержания дисциплины	5
2 Содержание разделов и тем, выносимых на самостоятельную работу	6
3 Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов	23
Библиографический список	27

# 1 ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

При самостоятельной работе над разделами курса студентам необходимо: самостоятельно изучить дополнительные материалы по программе курса в соответствии с учебным планом и рабочей программы дисциплины; подготовить устные ответы на контрольные вопросы, приведенные после каждой темы; пройти тестирование. Темы для самостоятельного изучения преподаватель выдает после прохождения каждой темы в соответствии с рабочей программой.

## 1.1 Цели и задачи самостоятельной работы

Целью дисциплины «Общая энергетика» является повышение профессионального уровня, профессиональной компетентности и получение дополнительных навыков в области энергетики; формирование научного знания и понимания физической сути процессов получения, передачи и преобразования энергии; выработка понимания проблем рационального и эффективного использования энергетических и материальных ресурсов, развития экологически безопасных способов получения энергии

Задачей курса является:

- приобретение профессиональных знаний физических законов получения, передачи и преобразования энергии;
- изучение принципов действия, конструкции, областей применения и потенциальных возможностей теплоэнергетического и электроэнергетического оборудования электростанций;
- ознакомление с методами экспериментального исследования процессов, протекающих в энергетическом оборудовании;
- ознакомление с методиками расчётов энергетического оборудования с использованием справочной и нормативной литературы.

Задачи самостоятельной работы следующие: ознакомиться с мировыми достижениями в области энергетики; ознакомиться с проблемами научно-технического характера, современными технологиями электроэнергетической и

электротехнической промышленности, научно-правовой и технической политики в области энергетики, расширить кругозор, проявлять самостоятельность, творческую активность при в решении задач в области энергетики.

### **1.2 Требования к уровню освоения содержания дисциплины**

В результате освоения дисциплины «Общая энергетика» студенты должны знать:

- приоритеты, цели и задачи энергетической политики России;
- особенности ТЭК России и условия обеспечения энергетической безопасности страны;
- нормативно-правовую и нормативно-техническую базу в области энергетики;
- терминологию в области энергетики;
- современные и перспективные научно-обоснованные технологии систем энергоснабжения.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ, ВЫНОСИМЫХ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ

### **Тема 1. Техническая термодинамика**

Термодинамика – наука об энергии и энергетических превращениях. В основах, как следует из названия, она рассматривает превращение теплоты в механическую энергию, в энергию движения, что представляет главное направление всей энергетики: работы двигателей, энергоблоков с превращением механической энергии в электрическую, а также других тепловых машин – холодильных, тепловых насосов, компрессоров и различных машин и аппаратов с затратами работы и использованием тепла – печей, реакторов. Теоретические основы процессов в этих машинах рассматривает техническая термодинамика.

Термодинамика базируется на основных законах природы (первом и втором началах термодинамики) и носит феноменологический характер, привлекая для своих исследований опытные данные.

Термодинамика рассматривает системы, состоящие из большого, но конечного числа частиц, она не изучает процессы на молекулярном уровне и оперирует макровеличинами - термодинамическими параметрами.

Совокупность последовательных состояний, проходящих термодинамической системой, называется термодинамическим процессом.

Если термодинамическая система проходит практически равновесные состояния, то такой процесс называется квазистатическим. В пределе, когда процесс протекает бесконечно медленно, мы имеем равновесный или обратимый процесс.

В диаграммах состояния можно изобразить только квазистатические или равновесные процессы. Под квазистатическим процессом понимают такой процесс, когда скорость процесса намного меньше скорости релаксации

### **Тема 2. Основы теплопередачи**

Перенос теплоты может осуществляться тремя способами: теплопроводностью, конвекцией и излучением. Эти формы теплообмена глубоко различны по своей природе и описываются различными законами.

Процесс переноса теплоты теплопроводностью происходит между непосредственно соприкасающимися телами или частицами тел с различной температурой. Теплопроводность представляет собой молекулярный процесс передачи теплоты. В металлах при такой передаче теплоты большую роль играют свободные электроны.

Второй вид переноса теплоты - конвекция - происходит только в газах и жидкостях. Этот вид переноса осуществляется при перемещении и перемешивании всей массы нагретой неравномерно жидкости или газа. Конвекционный перенос теплоты происходит тем интенсивнее, чем больше скорости движения жидкости или газа, так как в этом случае за единицу времени перемещается большее количество частиц тела. В жидкостях и газах перенос теплоты конвекцией всегда сопровождается теплопроводностью, так как при этом осуществляется и непосредственный контакт частиц с различной температурой. Одновременный перенос теплоты конвекцией и теплопроводностью называют конвективным теплообменом.

Третий вид теплообмена – излучение. Процесс передачи теплоты излучением между двумя телами, разделенными полностью или частично пропускающей излучение средой, происходит в три стадии: превращение части внутренней энергии одного из тел в энергию электромагнитных волн, распространение электромагнитных волн в пространстве, поглощение энергии излучения другим телом. При сравнительно невысоких температурах перенос энергии осуществляется в основном инфракрасными лучами.

Количество теплоты, передаваемое в результате теплообмена, обозначается  $Q$  и измеряется в джоулях (Дж). Количество теплоты, проходящее через какую-то поверхность в единицу времени, называется тепловым потоком и обозначается также  $Q$ , но измеряется в ваттах (Вт). Тепловой поток, приходящийся на единицу площади поверхности, называется плотностью теплового потока, обозначается  $q$  и имеет размерность  $Вт/м^2$ .

Исследование теплопроводности может быть сведено к изучению пространственно-временных изменений величин, характеризующих теплообмен.

Совокупность значений температур во всех точках какого-то тела в данный момент времени  $t$  называется температурным полем этого тела.

### **Тема 3. Энергетические ресурсы**

Природная среда является местом обитания человека и источником всех благ. Развитие человеческого общества во все века было связано с использованием разнообразных ресурсов. Степень использования ресурсов определяется социально – экономическими потребностями.

За XX в. из недр Земли извлечено полезных ископаемых больше, чем за всю историю цивилизации. За последнее столетие потребление ископаемого топлива возросло почти в 30 раз. Объём мирового промышленного производства вырос в 50 раз. Причём  $\frac{3}{4}$  роста потребления топлива и  $\frac{4}{5}$  увеличения объёма промышленного производства произошло за период с начала 1950 – х годов. Для удовлетворения своих потребностей современный человек нуждается в значительно большем количестве ресурсов, чем раньше. Наиболее необходимыми, а, следовательно, и наиболее ценными, для человечества являются так называемые энергетические ресурсы.

Существуют несколько классификаций энергоресурсов по разным направлениям:

1. Первичными, т. е. теми, которые человек использует в большей степени, энергетическими ресурсами признаются – нефть, природный газ, каменный и бурый угли, горючие сланцы торф, древесина, гидроэнергия, а также энергия атомного распада и ядерного синтеза. Вторичными, соответственно, называют все прочие ресурсы, такие как: солнечная, ветровая, геотермальная энергия и др.

2. Возобновляемым или восполняемым ресурсом, т. е. ресурсом, количество которого возможно увеличить естественным или искусственным путём за достаточно краткосрочный период времени, является древесина. К не возобновляемым ресурсам относятся нефть, природный газ, уголь, сланцы и торф.

3. Неисчерпаемыми ресурсами, т. е. ресурсами, запас которых практически и физически не ограничен, принято считать гидроэнергию, атомную энергию,



энергию ветра, солнца, а также геотермальную энергию. Все прочие энергетические ресурсы – исчерпаемы.

4. Выделяют «альтернативные» или нетрадиционные источники энергии: гидроэнергия, геотермальная, ветровая, приливная, солнечная энергия.

Полное название этих ресурсов – топливно-энергетические (по направлению их использования), горючие (по составу и особенностям использования) природные ресурсы. Кроме подразделения энергетических ресурсов на исчерпаемые и неисчерпаемые, они также подвергаются экономической оценке – установлению возможности и целесообразности их вовлечения в производство при современном уровне развития науки и техники. При этом оцениваются размеры запасов (объёмы ресурсов) в целом и концентрацию их на единицу площади (например, газовое месторождение); качественный состав (например, для нефти – качественный состав, степень вязкости, сернистости и т. д.); условия эксплуатации (глубина залегания, трудность разведки, освоения месторождений и разработки); степень освоенности и заселённости территории, на которой имеется месторождение (уровень обеспеченности региона трудовыми ресурсами); условия транспортировки, к местам сбыта и использования (наличие необходимой транспортной и иной инфраструктуры); расходы производства или добычи на единицу продукции (себестоимость); наличие других природных ресурсов и полезных ископаемых, их сочетание; требования по охране окружающей среды и рекультивации территории.

Экономическая оценка энергетических природных ресурсов позволят производить их добычу по минимальной цене, таким образом добиваясь рационального использования, что является основой для их полного или частичного сохранения. Грамотная экономическая оценка – основа максимального показателя ресурсообеспеченности территории, то есть отношения между величиной разведанных запасов ресурсов и масштабами их использования.

#### **Тема 4. Паровые котлы и атомные реакторы**

Паровой котёл — агрегат для производства пара. При этом устройство может давать 2 вида пара: насыщенный и перегретый. Насыщенный пар имеет температуру

100°C и давление 100 кПа. Перегретый пар отличается повышенной температурой (до 500°C) и высоким давлением (больше 26 МПа).

Где используются паровые котлы: в отопительной системе — пар является энергоносителем, в энергетике — используются промышленные паровые машины (парогенераторы) для получения электроэнергии, в промышленности — перегретый пар может быть использован для преобразования в механическое движение и перемещения транспортных средств.

Бытовые паровые устройства используются в качестве источника тепла для отопления дома. Они подогревают ёмкость с водой и гонят образовавшийся пар в трубы отопления. Часто такую систему обустраивают вместе с угольной стационарной печью или котлом. Как правило, бытовые приборы для отопления паром создают только насыщенный, неперегретый пар.

Для промышленного применения пар перегревают. Его продолжают греть после испарения, чтобы ещё больше поднять температуру. Такие установки требуют качественного исполнения, чтобы предупредить взрыв паровой ёмкости.

Перегретый пар из котла может расходоваться на образование электричества или механическое движение. Как это происходит? После испарения пар попадает в паровую турбину. Здесь поток пара вращает вал. Это вращение в дальнейшем перерабатывается в электричество. Так получают электрическую энергию в турбинах электростанций — при вращении вала турбомашин образуется электрический ток.

Кроме образования электрического тока, вращение вала может передаваться непосредственно на двигатель и на колёса. В результате чего паровой транспорт приходит в движение. Известный пример паровой машины — паровоз. В нём при сжигании угля нагревалась вода, образовывался насыщенный пар, который вращал вал двигателя и колёса.

Источником тепла для нагрева воды в паровом котле может быть любой вид энергии: солнечная, геотермальная, электрическая, тепло от сгорания твёрдого топлива или газа. Образующийся пар является теплоносителем, он переносит тепло сгорания топлива к месту его применения.

В различных конструкциях паровых котлов используется общая схема подогрева воды и её превращения в пар.

### **Тема 5. Тепловые двигатели и нагнетатели**

Современная мощная энергетическая турбина – это сложнейшая машина, состоящая из десятков тысяч деталей. Турбина вместе с электрогенератором - турбоагрегат - это только часть турбоустановки, включающей много различных аппаратов и машин.

Пар поступает в одно или несколько сопловых каналов, приобретает в них значительную скорость и направляется в рабочие лопатки, расположенные на ободе диска, насаженного на вал турбины. Усилия, вызванные поворотом струи пара в каналах рабочей решетки, вращают диск и связанный с ним вал турбины.

Совокупность одного ряда сопловых лопаток, в которых происходит плавное преобразование потенциальной энергии потока рабочего тела в кинетическую, т.е. поток ускоряется, и одного ряда рабочих лопаток, в которых происходит дальнейшее преобразование в механическую работу по преодолению сил сопротивления приводимой машины, называется турбинной ступенью.

Для обозначения типов турбин применяется специальная маркировка, указывающая тип и назначение турбины. Маркировка состоит из буквенной и цифровой части. Первая буква обозначения характеризует тип турбины: К – конденсационная, Т – конденсационная с отопительным (теплофикационным) отбором пара, ПТ – конденсационная с двумя регулирующими отборами пара, Р – с противодавлением, ПР - с производственным отбором и противодавлением. После буквы в обозначении указывается мощность турбины в МВт (если указана дробь, то в числителе номинальная, а в знаменателе - максимальная мощность) и начальное давление пара перед стопорным клапаном турбины в МПа. Под чертой для турбин типов П, ПТ,Р и ПР отмечается номинальное давление производственного отбора или противодавление турбины, т.е. давление пара в отборном патрубке турбины перед запорной задвижкой в МПа, (например: К-200-12,7; Р-12-3,5/0,5; П-6-3,5/0,5; ПР-12/15-8,8/1,5/0,7).

Под номинальной мощностью турбины понимается наибольшая мощность, которую турбина должна развивать длительно на зажимах генератора при номинальных значениях всех других основных параметров

Проточная часть турбины состоит из последовательно расположенных ступеней. Первые диски откованы за одно целое с валом турбины. Последние диски посажены с натягом на вал. На ободках каждого диска укреплены рабочие лопатки. Между дисками располагаются неподвижные промежуточные диафрагмы.

В каждой диафрагме размещены неподвижные сопловые лопатки, проходя между которыми поток пара ускоряется и приобретает необходимое направление для входа в каналы, образованные рабочими лопатками.

Постепенное увеличение от ступени к ступени высоты сопловых и рабочих лопаток объясняется тем, что требует постепенного увеличения проходных сечений.

Сопловые лопатки первой, так называемой регулирующей ступени, укреплены в сопловых коробках, которые вварены в корпус турбины.

Пар к соплам регулирующей ступени подводится через регулирующие клапаны. Часть корпуса, охватывающая ступени высокого давления, выполнена в виде стальной отливки. Ступени низкого давления располагаются в сварной части корпуса.

Выходной патрубок турбины также сварен из листовой стали и при помощи сварки соединяется с конденсатором. За счет конденсации отработавшего в турбине пара в конденсаторе поддерживается давление ниже атмосферного.

В корпусе турбины предусмотрено несколько патрубков для отбора пара из промежуточных ступеней турбины. Эти отборы используются для подогрева питательной воды, подаваемой в паровой котлоагрегат.

При изменении нагрузки оказывается необходимым регулировать расход протекающего через турбину пара. Это достигается соответствующим открытием регулирующих клапанов.

Перед регулируемыми клапанами устанавливается стопорный клапан.

Вал турбины лежит на подшипниках, которые воспринимают нагрузку от ротора. Передний в турбине одновременно фиксирует осевое положение ротора по

отношению к статору и воспринимает осевые усилия, действующие на ротор. Таким образом, передний подшипник является комбинированным опорно-упорным подшипником.

Корпус турбины, диафрагма, а также корпуса подшипников имеют горизонтальный разъем на уровне оси вала турбины. Задний конец вала турбины при помощи муфты соединен с ротор генератора.

Передний конец вала турбины гибкой муфтой соединен с валом центробежного масляного насоса, который обеспечивает подвод масла к органам системы регулирования и к подшипникам генератора и турбины. На конце вала насоса располагается быстроходный упругий регулятор скорости.

В передней части вала турбины размещены предохранительные выключатели, которые, воздействуя на стопорный и регулирующие клапаны, вызывают полное прекращение подачи пара к турбине в случае повышения частоты ее вращения на 10-12 %.

В турбинах большой мощности предусматривается специальное валоповоротное устройство, расположенное в заднем картере турбины, при помощи которого можно медленно вращать вал неработающей турбины.

## **Тема 6. Тепловые и атомные электрические станции**

Производство электроэнергии осуществляется путем преобразования других видов энергии в электрическую. Уже около 100 лет для этого используется тепловая энергия, получаемая за счет сжигания топлива, накопленного в недрах планеты за предыдущие миллиарды лет. Надо сказать, что за эти годы заметная часть природных невозобновляемых источников энергии уже израсходована, а увеличивающиеся производство и потребление энергии начинают оказывать плохое влияние на окружающую нас природную среду.

Предприятия, где перерабатывают природное горючее и производят электрическую и тепловую энергию, называют тепловыми электростанциями(ТЭС). В промышленно развитых странах ТЭС составляют на сегодняшний день основу энергетики. Схема тепловой электростанции проста: подготовленное топливо поступает в топку котла, вырабатывающего водяной пар, который под большим

давлением поступает на лопатки паровой турбины, приводя во вращение турбину вместе с генератором электроэнергии. Главным недостатком ТЭС является низкий коэффициент полезного действия - 3/5 сжигаемого топлива буквально вылетает в трубу, засоряя окружающую среду. К тому же в используемой химической реакции сжигания топлива выделяется лишь ничтожная доля энергии, внутриатомные запасы которой во много миллионов раз больше.

При сжигании на ТЭС природных запасов органического топлива атмосфера и почва загрязняются отходами и выбросами вредных веществ, в частности золы, шлака, оксидов (окислов) серы, азота и углерода. В большей степени это относится к углю и нефти, в меньшей степени — к газу, при сжигании которого почти нет выбросов оксидов серы.

Атомные электростанции (АЭС) используют энергию вещества значительно полнее, чем на ТЭС: при работе на слабообогащенном уране используется около тысячной доли запасенной в нем энергии. Еще полнее внутренняя энергия вещества может быть использована в термоядерных электростанциях, однако их практическое применение — дело будущего.

Для работы АЭС на нее требуется доставлять топлива в 70 000 раз меньше, чем нужное количество угля для ТЭС одинаковой мощности, что резко снижает затраты и энергию, необходимые для транспортирования топлива. АЭС лишены многих недостатков, присущих ТЭС. Они не выбрасывают в атмосферу оксиды серы, азота и углерода, не требуется создание гигантских отвалов золы и шлака, затраты по доставке топлива незначительны. Однако и АЭС, хотя и в меньшей степени, оказывают воздействие на окружающую среду. Немалой проблемой является захоронение и обеззараживание радиоактивных отходов производства АЭС, а также исключение возможности аварий на АЭС в будущем.

Схема АЭС аналогична схеме ТЭС, изменены источник пара—реактор вместо котла, а также топливо — ядерное вместо органического. Коэффициент полезного действия АЭС и стоимость получаемой энергии примерно равны показателям ТЭС, а затраты на сооружение выше. Впрочем, в дальнейшем, по мере роста цен на

органическое топливо, добыча которого становится все более трудной и дорогостоящей, сравнительная эффективность АЭС будет возрастать.

Государственные районные тепловые электростанции (ГРЭС), сооружаемые преимущественно вблизи источников топлива, вырабатывают электроэнергию, передаваемую на большие расстояния от ГРЭС. Атомные электростанции, для которых не надо возить много топлива, сооружаются ближе к потребителям, так как при этом меньше электрических потерь в линиях электропередачи. На тепловых (ТЭЦ) и атомных (АТЭЦ) электростанциях производимая электроэнергия дешевле, так как одновременно обеспечивается электрификация и теплофикация соседних производств и городов. Но летом, когда потребность в теплоте падает, эксплуатация всех агрегатов ТЭЦ и АТЭЦ становится невыгодной, так как расход топлива при неполной загрузке агрегата, а следовательно, и стоимость электроэнергии повышаются и могут оказаться даже выше, чем на ГРЭС.

Для ТЭС и особенно АЭС предпочтителен стабильный режим работы при равномерной нагрузке, так как частое нагревание и остывание оборудования (неизбежное при увеличении и уменьшении нагрузки в течение суток) приводят к быстрой его порче из-за усталости металла.

### **Тема 7. Гидроэлектрические станции**

Гидроэнергетическая установка (ГЭУ) предназначена для преобразования механической энергии водного потока в электрическую энергию или, наоборот, электрическая энергия преобразуется в механическую энергию воды.

Гидроэнергетическая установка состоит из гидротехнических сооружений, энергетического и механического оборудования.

Различают следующие основные типы гидроэнергетических установок:

- гидроэлектростанции (ГЭС);
- насосные станции (НС);
- гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС);
- комбинированные электростанции ГЭС—ГАЭС;
- приливные электростанции (ПЭС).

Гидроэлектростанция — это предприятие, на котором гидравлическая энергия преобразуется в электрическую.

Основными сооружениями ГЭС на равнинной реке являются плотина, создающая водохранилище и сосредоточенный перепад уровней, т.е. напор, и здание ГЭС, в котором размещаются гидравлические турбины, генераторы, электрическое и механическое оборудование. В случае потребности строятся водосбросные и судоходные сооружения, водозаборы для систем орошения и водоснабжения, рыбопропускные сооружения и т.п.

Вода под действием тяжести по водоводам движется из верхнего бьефа в нижний, вращая рабочее колесо турбины. Гидравлическая турбина соединена валом с ротором генератора. Турбина и генератор вместе образуют гидроагрегат. В турбине гидравлическая энергия преобразуется в механическую энергию вращения на валу агрегата, а генератор преобразует эту энергию в электрическую.

Возможно создание на реке каскадов ГЭС. В России построены и успешно эксплуатируются Волжский, Камский, Ангарский, Енисейский и другие каскады.

Плотина — гидротехническое сооружение, перегораживающее водоток для подъёма уровня воды, также служит для сосредоточения напора в месте расположения сооружения и создания водохранилища.

Водоохранилище — искусственный (рукотворный) водоём, образованный, как правило, в долине реки водоподпорными сооружениями для накопления и хранения воды в целях её использования в народном хозяйстве.

Водоохранилища делятся на два вида: озёрные и речные (русловые).

Для водохранилищ озёрного вида (например, Рыбинского) характерно формирование водных масс, существенно отличных по своим физическим свойствам от свойств вод притоков. Течения в этих водохранилищах связаны больше всего с ветрами.

Водоохранилища речного (русового) вида (например, Дубоссарское) имеют вытянутую форму, течения в них, обычно, стоковые; водная масса по своим характеристикам близка к речным водам.



Нормальный подпорный уровень (НПУ) — оптимальная наивысшая отметка водной поверхности водохранилища, которая может длительно поддерживаться подпорным сооружением;

Форсированный подпорный уровень (ФПУ) или горизонт форсировки — отметка водной поверхности водохранилища, превышающая НПУ, который, при проектировании гидроузла с известной пропускной способностью, определяется, исходя из площади водохранилища и максимально возможного притока воды. Превышение этого уровня может привести к переливу через гребень плотины и к другим аварийным ситуациям;

Уровень мёртвого объёма (УМО) или горизонт сработки водохранилища — отметка водной поверхности, соответствующая наибольшему опорожнению водохранилища. Рассчитывается в соответствии с условиями заиления, необходимым уровнем воды для зимовки рыб, обеспечению экологических условий, технологическими особенностями подпорных сооружений и характеристиками притока в водоём;

Объём или полный объём водохранилища — данная величина равна сумме мёртвого и полезного объёмов;

Ёмкость форсировки или регулирующая ёмкость водохранилища — часть объёма водоёма между отметками ФПУ и НПУ, предназначенная для уменьшения максимального расхода через гидроузел во время весеннего половодья или дождевых паводков;

Полезный объём водохранилища — часть объёма водоема между отметками оптимального наивысшего уровня горизонта (НПУ) и уровнем максимальной сработки водоёма (УМО);

Мёртвый объём водохранилища — объём водоёма ниже отметки горизонта сработки водохранилища (УМО).

Малые ГЭС (мощностью до 30 МВт) могут создаваться в короткие сроки с использованием унифицированных гидроагрегатов и строительных конструкций с высоким уровнем автоматизации систем управления. Экономическая эффективность их использования существенно возрастает при комплексном использовании малых

водохранилищ (рекреация, рыбоводство, водозаборы для систем орошения и водоснабжения и т.п.).

Насосная станция предназначена для перекачки воды с низких отметок на высокие и транспортировки воды в удаленные пункты.

На насосной станции устанавливаются насосные агрегаты, состоящие из насоса и двигателя. Насосная станция является потребителем электрической энергии.

Они используются для водоснабжения тепловых и атомных электростанций, коммунально-бытового и промышленного водоснабжения, в ирригационных системах, судоходных каналах, пересекающих водоразделы, и т.п.

Гидроаккумулирующая электростанция предназначена для перераспределения во времени энергии и мощности в энергосистеме.

В часы пониженных нагрузок ГАЭС работает как насосная станция. Она за счет потребляемой энергии перекачивает воду из нижнего бьефа в верхний и создает запасы гидроэнергии.

В часы максимальной нагрузки ГАЭС работает как гидроэлектростанция. Вода из верхнего бьефа пропускается через турбины в нижний бьеф, и ГАЭС вырабатывает и выдает электроэнергию в энергосистему.

ГАЭС потребляет дешевую электроэнергию, а выдает более дорогую энергию в период пика нагрузки, заполняет провалы нагрузки и снижает пики нагрузки в энергосистеме, позволяет работать агрегатам атомных и тепловых электростанций в наиболее экономичном и безопасном равномерном режиме, резко снижая при этом удельный расход топлива на производство 1 кВт · ч электроэнергии в энергосистеме.

Приливные электростанции преобразуют механическую энергию приливно-отливных колебаний уровня воды в море в электрическую энергию.

В некоторых морских заливах приливы достигают 10—12 м, а наибольшие приливы наблюдаются в заливе Фанди (Канада) и достигают 19,6 м.

Технические ресурсы приливной энергии России оцениваются в 200—250 млрд кВт · ч в год и в основном сосредоточены у побережий Охотского, Берингова и Белого морей.

В России наиболее перспективным наплавным способом возведена опытная Кислогубская ПЭС вблизи г. Мурманска. Во Франции построена ПЭС Ранс мощностью 240 МВт.

## **Тема 8. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии**

### **Энергия солнца.**

В последнее время интерес к проблеме использования солнечной энергии резко возрос, и хотя этот источник также относится к возобновляемым, внимание, уделяемое ему во всем мире, заставляет нас рассмотреть его возможности отдельно.

Потенциальные возможности энергетики, основанной на использовании непосредственно солнечного излучения, чрезвычайно велики.

Заметим, что использование всего лишь 0.0125 % этого количества энергии Солнца могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики, а использование

0.5 % - полностью покрыть потребности на перспективу.

### **Ветровая энергия**

Огромна энергия движущихся воздушных масс. Запасы энергии ветра более чем в сто раз превышают запасы гидроэнергии всех рек планеты. Постоянно и повсюду на земле дуют ветры - от легкого ветерка, несущего желанную прохладу в летний зной, до могучих ураганов, приносящих неисчислимый урон и разрушения. Всегда неспокоен воздушный океан, на дне которого мы живем. Ветры, дующие на просторах нашей страны, могли бы легко удовлетворить все ее потребности в электроэнергии!

Техника 20 века открыла совершенно новые возможности для ветроэнергетики, задача которой стала другой - получение электроэнергии. В начале века Н.Е.Жуковский разработал теорию ветродвигателя, на основе которой могли быть созданы высокопроизводительные установки, способные получать энергию от самого слабого ветерка. Появилось множество проектов ветроагрегатов, несравненно более со-

вершенных, чем старые ветряные мельницы. В новых проектах используются достижения многих отраслей знания.

В наши дни к созданию конструкций ветроколеса - сердца любой ветроэнергетической установки - привлекаются специалисты-самолетостроители, умеющие выбрать наиболее целесообразный профиль лопасти, исследовать его в аэродинамической трубе. Усилиями ученых и инженеров созданы самые разнообразные конструкции современных ветровых установок.

### Энергия земли

Издавна люди знают о стихийных проявлениях гигантской энергии, таящейся в недрах земного шара. Память человечества хранит предания о катастрофических извержениях вулканов, унесших миллионы человеческих жизней, неузнаваемо изменивших облик многих мест на Земле. Мощность извержения даже сравнительно небольшого вулкана колоссальна, она многократно превышает мощность самых крупных энергетических установок, созданных руками человека. Правда, о непосредственном использовании энергии вулканических извержений говорить не приходится - нет пока у людей возможностей обуздать эту непокорную стихию, да и, к счастью, извержения эти достаточно редкие события. Но это проявления энергии, таящейся в земных недрах, когда лишь крохотная доля этой неисчерпаемой энергии находит выход через огнедышащие жерла вулканов.

Маленькая европейская страна Исландия - "страна льда" в дословном переводе - полностью обеспечивает себя помидорами, яблоками и даже бананами! Многочисленные исландские теплицы получают энергию от тепла земли - других местных источников энергии в Исландии практически нет. Зато очень богата эта страна горячими источниками и знаменитыми гейзерами-фонтанами горячей воды, с точностью хронометра вырывающейся из-под земли. И хотя не исландцам принадлежит приоритет в использовании тепла подземных источников, жители этой маленькой северной страны эксплуатируют подземную котельную очень интенсивно. Столица - Рейкьявик, в которой проживает половина населения страны, отапливается только за счет подземных источников.

Первая электростанция была построена в 1904 году в небольшом итальянском городке Лардерелло, названном так в честь французского инженера Лардерелли, который еще в 1827 году составил проект использования многочисленных в этом районе горячих источников. Постепенно мощность электростанции росла, в строй вступали все новые агрегаты, использовались новые источники горячей воды, и в наши дни мощность станции достигла уже внушительной величины-360 тысяч киловатт.

Энергия мирового океана.

Известно, что запасы энергии в Мировом океане колоссальны. Так, тепловая (внутренняя) энергия, соответствующая перегреву поверхностных вод океана по сравнению с донными, скажем, на 20 градусов, имеет величину порядка 10 Дж. Кинетическая энергия океанских течений оценивается величиной порядка 10 Дж. Однако пока что люди умеют утилизировать лишь ничтожные доли этой энергии, да и то ценой больших и медленно окупающихся капиталовложений, так что такая энергетика до сих пор казалась малоперспективной.

Однако происходящее весьма быстрое истощение запасов ископаемых топлив, использование которых к тому же связано с существенным загрязнением окружающей среды, резкая ограниченность запасов урана (энергетическое использование которых к тому же порождает опасные радиоактивные отходы) и неопределенность как сроков, так и экологических последствий промышленного использования термоядерной энергии заставляет ученых и инженеров уделять все большее внимание поискам возможностей рентабельной утилизации обширных и безвредных источников энергии в Мировом океане. Широкая общественность, да и многие специалисты еще не знают, что поисковые работы по извлечению энергии из морей и океанов приобрели в последние годы в ряде стран уже довольно большие масштабы и что их перспективы становятся все более обещающими.

Наиболее очевидным способом использования океанской энергии представляется постройка приливных электростанций (ПЭС). С 1967 г. в устье реки Ранс во Франции на приливах высотой до 13 метров работает ПЭС мощностью 240 тыс. кВт с годовой отдачей 540 тыс. кВт ч. Советский инженер Бернштейн разработал удобный способ постройки блоков ПЭС, буксируемых на плаву в нужные места, и рас-

считал рентабельную процедуру включения ПЭС в энергосети в часы их максимальной нагрузки потребителями. Его идеи проверены на ПЭС, построенной в 1968 году в Кислой Губе около Мурманска; своей очереди ждет ПЭС на 6 млн. кВт в Мезенском заливе на Баренцевом море.

Большое внимание приобрела "океанотермическая энергоконверсия" (ОТЭК), т.е. получение электроэнергии за счет разности температур между поверхностными и засасываемыми насосом глубинными океанскими водами, например при использовании в замкнутом цикле турбины таких легкоиспаряющихся жидкостей как пропан, фреон или аммоний. В какой-то мере аналогичными, но как пока кажется, вероятно, более далекими представляются перспективы получения электроэнергии за счет различия между соленой и пресной, например морской и речной водой.

Представляется, что некоторые из предлагавшихся океанских энергетических установок могут быть реализованы, и стать рентабельными уже в настоящее время. Вместе с тем следует ожидать, что творческий энтузиазм, искусство и изобретательность научно-инженерных работников улучшить существующие и создадут новые перспективы для промышленного использования энергетических ресурсов Мирового океана. Думается, что при современных темпах научно-технического прогресса существенные сдвиги в океанской энергетике должны произойти в ближайшие десятилетия. Океан наполнен вездемой энергией, которая поступает в него из космоса. Она доступна и безопасна, и не загрязняет окружающую среду, неиссякаема и свободна. Из космоса поступает энергия Солнца. Она нагревает воздух и образует ветры, вызывающие волны. Она нагревает океан, который накапливает тепловую энергию. Она приводит в движение течения, которые в то же время меняют свое направление под воздействием вращения Земли.

Начиная с 1966 года два французских города полностью удовлетворяют свои потребности в электроэнергии за счет энергии приливов и отливов. Энергоустановка на реке Ранс (Бретань), состоящая из двадцати четырех реверсивных турбогенераторов, использует эту энергию. Выходная мощность установки 240 мегаватт - одна из наиболее мощных гидроэлектростанций во Франции.

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику изучаемой учебной дисциплины, индивидуальные особенности обучающегося.

#### **Организация и руководство аудиторной самостоятельной работы**

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Основными видами аудиторной самостоятельной работы являются:

- выполнение практических работ по инструкциям; работа с литературой и другими источниками информации, в том числе электронными;
- само- и взаимопроверка выполненных заданий;
- решение проблемных и ситуационных задач.

Выполнение практических работ осуществляется на занятиях в соответствии с графиком учебного процесса. Для обеспечения самостоятельной работы преподавателями разрабатываются методические указания по выполнению практической работы.

Работа с литературой, другими источниками информации, в т.ч. электронными может реализовываться на практических занятиях. Преподаватель формулирует

цель работы с данным источником информации, определяет время на проработку документа и форму отчетности.

Само- и взаимопроверка выполненных заданий чаще используется на практическом занятии и имеет своей целью приобретение таких навыков как наблюдение, анализ ответов сокурсников, сверка собственных результатов с эталонами.

Решение проблемных и ситуационных задач используется на лекционном, практическом и других видах занятий. Проблемная/ситуационная задача должна иметь четкую формулировку, к ней должны быть поставлены вопросы, ответы на которые необходимо найти и обосновать. Критерии оценки правильности решения проблемной/ситуационной задачи должны быть известны всем обучающимся.

### **Организация и руководство внеаудиторной самостоятельной работы**

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

При предъявлении видов заданий на внеаудиторную самостоятельную работу рекомендуется использовать дифференцированный подход к уровню подготовленности обучающегося. Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит консультацию с определением цели задания, его содержания, сроков выполнения, ориентировочного объема работы, основных требований к результатам работы, критериев оценки, форм контроля и перечня литературы. В процессе консультации преподаватель предупреждает о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания.

Для методического обеспечения и руководства самостоятельной работой в образовательном учреждении разрабатываются учебные пособия, методические рекомендации по самостоятельной подготовке к различным видам занятий (семинарским, лабораторным, практическим и т.п.) с учетом специальности, учебной дисциплины, особенностей контингента студентов, объема и содержания самостоятельной работы, форм контроля и т.п.



Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня подготовленности обучающихся.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы могут быть:

- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы); составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; выписки из текста; работа со словарями и справочниками; учебно-исследовательская работа; использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернет-ресурсов и др.;
- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции (обработка текста); повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц, ребусов, кроссвордов, глоссария для систематизации учебного материала; изучение словарей, справочников; ответы на контрольные вопросы; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, контент-анализ и др.); подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции; подготовка рефератов, докладов; составление библиографии, заданий в тестовой форме и др.;
- для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу; решение вариативных задач и упражнений; составление схем; решение ситуационных производственных (профессиональных) задач; подготовка к деловым и ролевым играм; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности; подготовка презентаций, творческих проектов; подготовка курсовых и выпускных работ; опытно-экспериментальная работа; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности и др.

Для обеспечения внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине преподавателем разрабатывается перечень заданий для самостоятельной работы, который необходим для эффективного управления данным видом учебной деятельности обучающихся.

Преподаватель осуществляет управление самостоятельной работой, регулирует ее объем на одно учебное занятие и осуществляет контроль выполнения всеми обучающимися группы. Для удобства преподаватель может вести ведомость учета выполнения самостоятельной работы, что позволяет отслеживать выполнение минимума заданий, необходимых для допуска к итоговой аттестации по дисциплине.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Обучающийся самостоятельно определяет режим своей внеаудиторной работы и меру труда, затрачиваемого на овладение знаниями и умениями по каждой дисциплине, выполняет внеаудиторную работу по индивидуальному плану, в зависимости от собственной подготовки, бюджета времени и других условий.

При выполнении внеаудиторной самостоятельной работы обучающийся имеет право обращаться к преподавателю за консультацией с целью уточнения задания, формы контроля выполненного задания.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проводиться в письменной, устной или смешанной форме с представлением продукта деятельности обучающегося. В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы могут быть использованы зачеты, тестирование, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и др

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зеленцов Д.В. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.В. Зеленцов. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 140 с. — 978-5-9585-0456-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20525.html>

2. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под ред. В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 308 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01738-0.

3. Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика. Основное оборудование : учебник для академического бакалавриата / Г. Ф. Быстрицкий, Г. Г. Гасангаджиев, В. С. Кожиченков. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 416 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-08545-7. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/402C3BA6-B394-4A62-9251-D3307702E1B4](http://www.biblio-online.ru/book/402C3BA6-B394-4A62-9251-D3307702E1B4)

4. Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика: энергетическое оборудование. В 2 ч. Часть 1 : справочник для академического бакалавриата / Г. Ф. Быстрицкий, Э. А. Киреева. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 222 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03275-8. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/7E38DCCB-9A7D-428E-82EE-72EABE1B290C](http://www.biblio-online.ru/book/7E38DCCB-9A7D-428E-82EE-72EABE1B290C)

5. Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика: энергетическое оборудование. В 2 ч. Часть 2 : справочник для академического бакалавриата / Г. Ф. Быстрицкий, Э. А. Киреева. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 371 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03276-5. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/953B86BF-1BD5-4B61-BAB2-9014D2C6358F](http://www.biblio-online.ru/book/953B86BF-1BD5-4B61-BAB2-9014D2C6358F)

6. Общая энергетика: развитие топочных технологий в 2 ч. Часть 1 : учеб. пособие для вузов / В. Л. Шульман [и др.] ; под науч. ред. Б. В. Берга. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 290 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN

978-5-534-07562-5. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/B4264F01-471D-41E4-96B2-0215D477B4B0](http://www.biblio-online.ru/book/B4264F01-471D-41E4-96B2-0215D477B4B0)

7. Общая энергетика: развитие топочных технологий в 2 ч. Часть 2 : учеб. пособие для вузов / В. Л. Шульман [и др.] ; под науч. ред. Б. В. Берга. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 209 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-07569-4. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/D6DE6477-839E-4004-BA3D-0FE9CD1FEE90](http://www.biblio-online.ru/book/D6DE6477-839E-4004-BA3D-0FE9CD1FEE90)