

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине «История отрасли и введение в специальность» для студентов
направления подготовки/специальности 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) Электроснабжение

Ставрополь, 2025 г

Методические указания составлены в соответствии с программой дисциплины «История отрасли и введение в специальность» и предназначены для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». В методических указаниях кратко освещены основные разделы энергетики, приведены темы и объем докладов, контрольные вопросы, литература по темам занятий.

Дисциплина «История отрасли и введение в специальность» знакомит студентов с их будущей специальностью – энергетикой, ее значением в обществе, историей развития и влиянием ее на технический процесс. Цель практических занятий состоит в получении студентом представления обо всех разделах энергетики и развитии у него определенных навыков работы в вузе. Методические указания к практическим занятиям содержат теоретическую часть, задание и вопросы для проверки усвоения материала. Теоретическая часть кратко освещает основные вопросы изучаемой темы. Задания должны подготавливаться студентами заранее с привлечением рекомендованной учебной и дополнительной литературы, периодических изданий и Internet.

Составители: Юдина Л. И., Морозова Т.Ф.

Рецензент:

Содержание

Практическое занятие № 1.

Энергия. Виды энергии и их источники. Фундаментальные законы взаимодействия.....

Практическое занятие № 2.

Тенденции развития энергетики и геополитическое распределение потребителей энергии

Практическое занятие № 3.

Особенности структуры электроэнергетической системы. Электроэнергетические системы и оборудование.....

Практическое занятие № 4.

Законы электромагнетизма. Электроустановки.....

Практическое занятие № 5.

Аспекты электроэнергетики и их значение в техническом прогрессе.....

Практическое занятие № 6.

Подсистемы топливно-энергетического комплекса.....

Практическое занятие № 7.

Состояние энергетического хозяйства и ТЭК России.....

Практическое занятие № 8.

Возможные способы преобразования видов энергии в электроэнергию...

Практическое занятие № 9.

Энергетическое топливо и его сжигание. Функционирование современных ТЭС и ТЭЦ.....

Практическое занятие № 10.

Устройство и принцип работы газотурбинных и парогазовых установок..

Практическое занятие № 11.

Особенности конструкции двухконтурной атомной электростанции.....

Практическое занятие № 12.

Этапы развития мировой гидроэнергетики. Крупнейшие ГЭС России. Типы и конструкции гидротурбин.....

Практическое занятие № 13.

Гидроаккумулирующие электростанции.....

Практическое занятие № 14.

Категории потребителей по надежности электроснабжения. Электроснабжение и электрические сети.....

Практическое занятие № 15.

Экологические проблемы использования традиционной энергетики.....

Практическое занятие № 16.

Солнечная, геотермальная и ветровая энергии.....

Практическое занятие № 17.

Использование вторичных энергетических ресурсов.....

Практическое занятие № 18.

Результаты реформирования электроэнергетики России.....

Список рекомендуемой литературы.....

Содержание

Практическое занятие № 1.

Энергия. Виды энергии и их источники. Фундаментальные законы

Практическое занятие № 1

Энергия. Виды энергии и их источники. Фундаментальные законы взаимодействия

Закljučается в просмотре и обсуждении видеоматериалов (презентаций) по двум темам:

- а) энергия; фундаментальные законы электромагнетизма;
- б) основные величины; физические величины в электроэнергетике и их размерности.

Целью данного практического занятия является закрепление знаний о фундаментальные законы электричества.

Практическое занятие № 2

Тенденции развития энергетики и геополитическое распределение потребителей энергии

Закljučается в просмотре и обсуждении учебных фильмов BBC по истории возникновения электричества:

1. История электричества. Искра (Эра электричества – XIX век).
2. История электричества. Эпоха изобретений (мир Никола Тесла).
3. История электричества. Откровения и потрясения (мир беспроводной связи).

Практическое занятие № 3

Особенности структуры электроэнергетической системы.

Электроэнергетические системы и оборудование

Закljučается в просмотре и обсуждении видеоматериалов (презентаций) по теме: Электроэнергетические системы и оборудование.

Практическое занятие № 4

Законы электромагнетизма. Электроустановки

Закljučается в просмотре и обсуждении видеоматериалов (презентации) по теме: Электроустановки.

Практическое занятие № 5

Аспекты электроэнергетики и их значение в техническом прогрессе

Закljučается в просмотре и обсуждении видеоматериалов (презентаций) по теме: аспекты электроэнергетики.

Теоретическая часть

Современные энергетические системы находятся в тесной взаимосвязи со всеми аспектами деятельности человека. Они непосредственно влияют на различные отрасли народного хозяйства (промышленность, транспорт, сельское хозяйство), социальные условия, состояние биосферы и т.п.

Энергетическое производство оказывает неблагоприятные воздействия на окружающую среду.

Наблюдается интенсивное загрязнение вредными веществами атмосферы, в результате чего меняется её газовый состав, быстро сокращается площади, занятые лесами; нарушается экологическое равновесие между атмосферой и мировым океаном вследствие засорения океана нефтью и прочими техническими продуктами, происходит так называемое тепловое загрязнение воды и воздуха, нагреваемых различными промышленными отходами. Особенно пагубно сказывается воздействие на окружающую среду в местах наибольшего сосредоточения техники – в крупных городах.

Отрицательное влияние ТЭС на окружающую среду связано прежде всего с расходом больших количеств кислорода на горение топлива и выбросом в атмосферу углекислого газа, а также с повышением температуры

атмосферного воздуха. Кроме того, ТЭС создают золотые и токсичные выбросы. Особое внимание привлекают окислы азота, канцерогенность которых установлена в последние годы, эмиссия парниковых газов (CO_2 , N_2O и CH_4). В выбросах ТЭС присутствуют также радиоактивные элементы, в частности долго живущие изотопы радия, в связи с чем радиационный фон вокруг ТЭС выше, чем вокруг АЭС.

ТЭС и АЭС способствуют «тепловому загрязнению» водоёмов в результате сброса в водоёмы охлаждающей воды после конденсаторов, что особенно опасно для рыбоводства.

Установки высокого и сверхвысокого напряжения оказывают электромагнитное влияние на человека, животных и растительность.

В настоящее время уменьшение вредного влияния на окружающую среду различных технических устройств, в том числе и энергетических, приобрело решающее значение при определении их характеристик.

Загрязнение окружающей среды почти не происходит при выработке электроэнергии на станциях, использующих геотермальную энергию, энергию солнечной радиации, а также энергию ветра и приливов.

Уровень развития энергетики, уровень электропотребления оказывают влияние на уровень социально-экономического, культурного развития общества той или иной страны. В развитых странах существует высокий уровень электропотребления как в быту, так и в сфере производства. В то же время энергоёмкость валового национального продукта (ВВП) в них ниже, чем в развивающихся странах.

Неравномерное распределение по планете энергоресурсов всех видов оказывает существенное влияние на мировые политические процессы.

Задание

Подготовить сообщение по одной из следующих тем:

1. Влияние энергетического производства на биосферу и снижение наносимого вреда.

2. Электропотребление и уровень развития общества.
3. Влияние энергетики на мировые политические процессы.

Вопросы к практическому занятию

1. Какое воздействие электроэнергетическое производство оказывает на окружающую среду?
2. Что такое «парниковый эффект» и что его вызывает?
3. Пути снижения уровней загрязнений биосферы в процессе энергетического производства?
4. Как уровень электропотребления связан с уровнем развития общества?
5. Что понимают под энергоёмкостью ВВП?

Практическое занятие № 6

Подсистемы топливно-энергетического комплекса

Закljučается в просмотре и обсуждении видеоматериалов (презентации) по теме: Подсистемы топливно-энергетического комплекса (ТЭК).

Практическое занятие № 7

Состояние энергетического хозяйства и ТЭК России

Закljučается в просмотре и обсуждении видеоматериалов (презентации) по теме: состояние топливно-энергетического комплекса России.

Практическое занятие № 8

Возможные способы преобразования видов энергии в электроэнергию

Теоретическая часть

Огромные потребности в энергии ставят перед человечеством проблему разработки новых, более эффективных способов ее получения.

Большие надежды возлагались на *магнитогидродинамический способ* получения электроэнергии за счет движения в магнитном поле с большой скоростью нагретого до 2–3 тысяч градусов электропроводящего газа (низкотемпературной плазмы). В сочетании с газотурбинной установкой, использующей остаточную энергию отработавшего в МГД-генераторе газа, результирующий КПД всей электростанции оценивался в 50–55 %, тогда как в традиционной электростанции он не превышал 40 %.

К сожалению, экспериментальные установки выявили ряд сложных научно-технических и технологических проблем, которые не позволяют в ближайшем будущем надеяться на широкомасштабное использование МГД-электростанций.

Из всех устройств, непосредственно преобразующих тепловую энергию в электрическую, наиболее широко используются *термоэлектрические генераторы (ТЭГ)* небольшой мощности. Они используются в передвижных автономных электроустановках.

ТЭГ представляют собой полупроводниковые термопары. Определяющая роль в них принадлежит эффекту термо-ЭДС Зеебека, сущность которого заключается в том, что в замкнутой цепи, состоящей из разнородных материалов, протекает ток при разных температурах спаев. В качестве источников тепла для подвода к горячим спаям ТЭГ могут использоваться: радиоактивные изотопы (РИТЭГ), ядерные реакторы (ЯРТЭГ), солнечные концентраторы различного исполнения (СТЭГ). ТЭГ имеют большой срок службы и высокую надежность, но невысокие

относительные энергетические показатели и сравнительно низкий КПД преобразования энергии (5-8 %).

Электрохимический способ получения электроэнергии реализован в топливных элементах. В них химическая энергия водорода преобразуется в электрическую. Водород можно получать из природного газа, из биомассы, растений, спирта и т. д. Топливные элементы komponуются в отдельные блоки и представляют собой круглые или приплюснутые элементы. Мощность одного элемента 200 Вт и более при напряжении постоянного тока 0,6 В.

Термоядерный синтез. В настоящее время принято решение о проектировании и строительстве Международного термоядерного реактора (ИТЭР) с целью производства электроэнергии. В качестве топлива в реакторе ИТЭР будут использоваться изотопы водорода. В ходе термоядерной реакции энергия выделяется при соединении легких атомов в более тяжелые. Чтобы добиться этого, необходимо разогреть газ до температуры свыше 100 миллионов градусов – намного выше температуры в центре Солнца. Газ при такой температуре превращается в плазму. Атомы изотопов водорода при этом сливаются, превращаясь в атомы гелия с выделением большого количества нейтронов. Электростанция, работающая на этом принципе, будет использовать энергию нейтронов, замедляемых слоем плотного вещества (лития). В первых реакторах (Токамаки и др.) удержание и термоизоляция плазмы осуществлялись в магнитных полях различной конфигурации.

Новая установка, по оценке ученых, экологически более безопасна, нежели работающие сегодня ядерные реакторы. В качестве отработанного топлива в установке ИТЭР образуется гелий, а не его изотопы, которые нужно хранить в специальных хранилищах десятки лет.

Ученые считают, что запасы топлива для таких электростанций практически неисчерпаемы – дейтерий и тритий легко добываются из

морской воды. Килограмм этих изотопов может выделить столько же энергии, сколько 10 млн. кг органического топлива.

Задание

Подготовить сообщение по одной из следующих тем:

1. Способы преобразования различных видов энергии в электрическую и их эффективность.
2. Обзор прямых способов преобразования различных видов энергии в электрическую (МГД-генераторы, термоэлектрические и электрохимические генераторы и др.)
3. Современный взгляд на термоядерный синтез и перспективы его использования.

Вопросы к практическому занятию

1. Что представляют собой ТЭГи?
2. На чём основана работа ТЭГ?
3. Принцип действия МГД-генератора.
4. Где находят применение электрохимические генераторы?
5. В чем сущность термоядерной реакции?
6. Что будет служить топливом в установках термоядерного синтеза? Какие вещества образуются в результате?

Практическое занятие № 9

Энергетическое топливо и его сжигание. Функционирование современных ТЭС и ТЭЦ

Теоретическая часть

Энергия – основа природных явлений, базис культуры и всей деятельности человека. По видам энергия подразделяется на химическую, механическую, электрическую, ядерную и т.д. Возможная для практического

использования человеком энергия сосредоточена в материальных объектах, называемых энергетическими ресурсами.

К основным используемым энергоресурсам относятся органические топлива, такие, как уголь, нефть, газ, а также энергия рек, морей и океанов, солнца, ветра, тепловая энергия земных недр (геотермальная) и т. д.

Энергоресурсы разделяют на возобновляемые и невозобновляемые. К первым относят энергоресурсы непрерывно восстанавливаемые природой (вода, ветер и т.д.), а ко вторым – энергоресурсы, ранее накопленные в природе, но в новых геологических условиях практически не образующиеся (например, каменный уголь).

Энергия, непосредственно извлекаемая в природе (энергия топлива, воды, ветра, тепловая энергия Земли, ядерная), называется первичной. Энергия, получаемая человеком после преобразования первичной энергии на специальных установках – станциях, называется вторичной (энергия электрическая, пара, горячей воды и т.д.). Органическое топливо вследствие его специфических свойств и исторически сложившихся условий пока остаётся основным источником используемой человечеством энергии. Из возобновляемых источников широко используется только энергия рек и морских приливов.

Несовпадение мест сосредоточения и потребления энергоресурсов вызывают необходимость их транспортировки. Целесообразность передачи на расстояние тех или иных носителей энергии определяется их энергоёмкостью, под которой понимается количество энергии, приходящееся на единицу массы физического тела. Различные виды топлива имеют разные энергоёмкости, величины которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Энергоёмкость топлив

Удельная Энергоёмкость	Виды топлива					
	Условное топливо	Уголь (антрацит)	Дрова (сухие)	Нефть	Газ (пропан)	Водород
10 ⁶ Дж/кг	29,3	33,5	10,5	41,9	46,1	12,06
Ккал/кг	7000	8000	2500	10 000	11 000	28 800

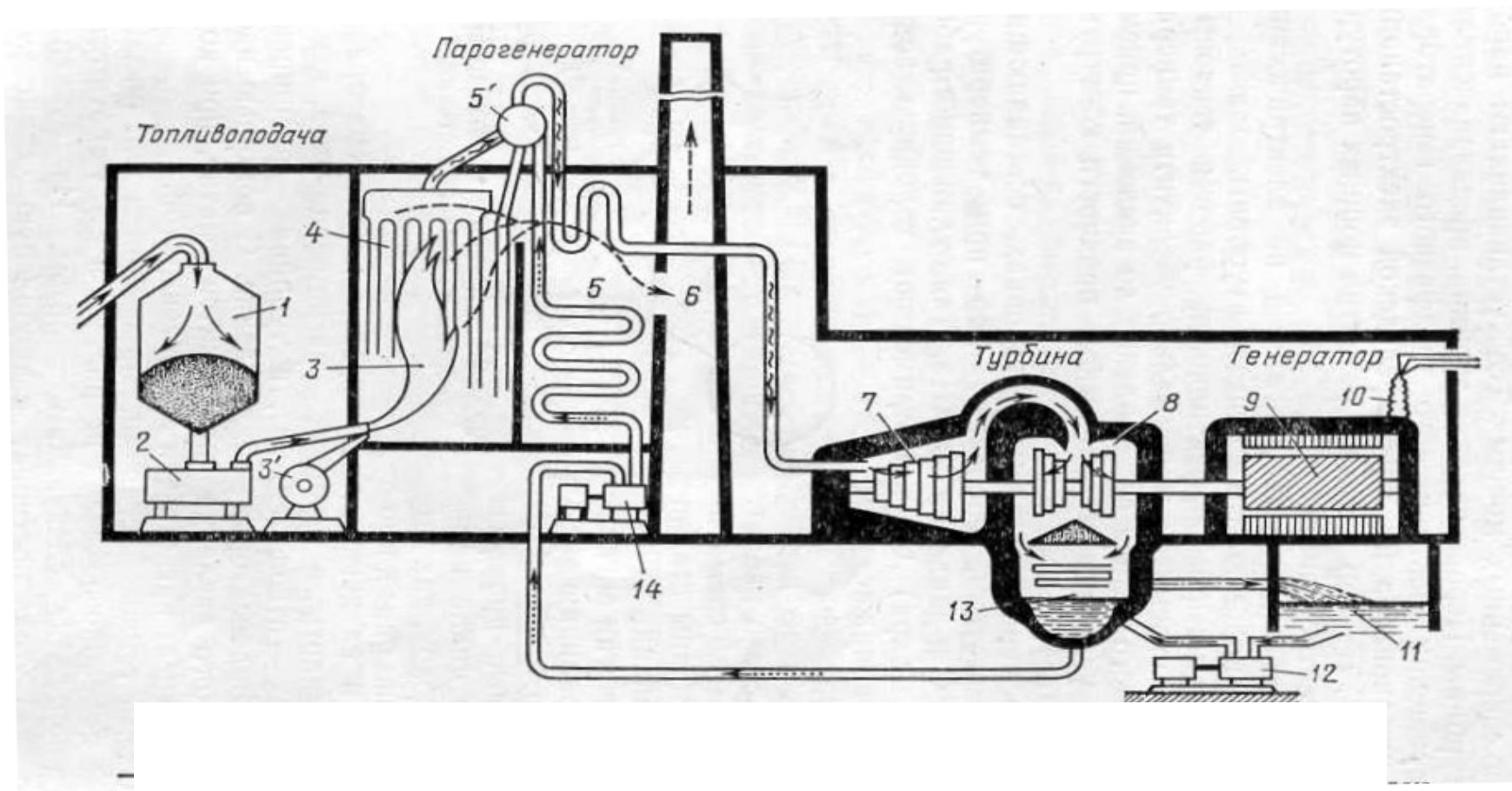
Тепловые конденсационные электрические станции (КЭС)

Тепловые КЭС преобразовывают энергию органического топлива вначале в механическую с помощью тепловых двигателей, а затем в электрическую энергию с помощью электрических машин – генераторов. В качестве тепловых двигателей используют паровые или газовые турбины. Работа тепловой электростанции основана на цикле Ренкина. Ознакомимся с работой тепловой станции, схема которой приведена на рисунке 1. Из бункера 1 уголь поступает в дробильную установку 2, где он превращается в пыль. Угольная пыль вместе с воздухом из воздуходувки 3' подаётся в топку 3. Теплота, получаемая при сжигании угля, используется для преобразования воды в пар в трубках 4. Вода по змеевику 5 накачивается насосом 14 в барабан котла 5'. Пар, нагретый потоком горячих газов, уходящих в трубу 6, при высокой температуре и высоком давлении поступает сначала в первую ступень турбины 7, а затем во вторую ступень 8. В турбине энергия пара преобразуется в механическую энергию вращения ротора генератора 9, вырабатывающего электрическую энергию. Отработанный в турбине пар поступает в конденсатор 13, превращается в воду, которая насосом 14 подаётся в котёл, и затем цикл превращения воды повторяется. Охлаждение пара в конденсаторе производится с помощью воды, забираемой из водоёма (пруда или реки) 11, накачиваемой насосом 12 и вновь выбрасываемой в водоём. Продукты сгорания угля проходят через очистительные сооружения, где выделяются зола твёрдые частички несгоревшего угля и прочие примеси, а оставшиеся газы через трубу 6 выбрасываются в атмосферу. Электрическая энергия, получаемая от статора генератора, отдаётся в электрическую систему через выводы 10. *Современный парогенератор* (один из основных элементов КЭС) представляет собой сложное техническое сооружение больших размеров. Появляющаяся в процессе сгорания топлива в его топке теплота нагревает воду, превращает её в пар и увеличивает его температуру и

давление до расчётных значений. Использованные горячие газы дымососами вытягиваются из парогенератора и подаются в очистительные устройства, а затем направляются в дымовую трубу. Вода, подаваемая в парогенератор, предварительно очищается от примесей в, так называемых, питателях. По конструктивному выполнению парогенераторы подразделяют на барабанные (с естественной циркуляцией воды и пара) и прямоточные (с принудительной

Турбины. Полученный в парогенераторах перегретый пар при температуре ~ 600 °C и давлении 30 МПа по паропроводам передаётся в сопла и оттуда подаётся на рабочие лопатки турбины. В активной турбине не происходит расширения пара между её рабочими лопатками, в реактивной турбине пар расширяется, пройдя через каналы рабочих лопаток. В настоящее время турбины выполняют многоступенчатыми, причём в одной и той же турбине могут быть как активные, так и реактивные (с различной степенью реактивности) ступени. *Конденсаторы.* Пар, выходящий из турбины, направляют в конденсатор, представляющий собой цилиндрический корпус с большим числом латунных трубок, по которым протекает охлаждающая вода (из реки или специального пруда).

Производство электрической энергии на ТЭС сопровождается большими потерями теплоты. В то же время многим отраслям промышленности, таким как химическая, текстильная, пищевая, металлургическая, и ряду других теплота необходима для технологических целей. Для отопления жилых зданий требуется в значительном количестве горячая вода. В этих условиях естественно использовать пар, получаемый в парогенераторах на тепловых станциях, как для выработки электроэнергии, так и для теплофикации потребителей. Электростанции, выполняющие такие функции, называются теплоэлектроцентралями (ТЭЦ). Благодаря более полному использованию тепловой энергии КПД ТЭЦ достигает 60–65 %, а КПД КЭС – не более 40 %. Для эффективной работы ТЭЦ стремятся приблизить к крупным потребителям теплоты и электроэнергии.



—— — топливо; - - - —горячие пары; ~ ~ ~ —пар; · · · · — конденсат; — · — · — — охлаждающая вода.

Рисунок 1 – Схема тепловой конденсационной электрической станции

Задание

Подготовить сообщение на одну из следующих тем:

1. Использование топливных ресурсов в энергетике (уголь, нефть, газ): запасы, структура потребления, перспективы.
2. Гидроэнергетический потенциал России.
3. География нетрадиционных и возобновляемых энергоресурсов России (геотермальные ресурсы, солнечное излучение, энергия ветра и др.).
4. Схема, принцип работы и элементы тепловой конденсационной электрической станции КЭС.
5. Особенности и перспективы использования теплоэлектроцентрали ТЭЦ.

Вопросы к практическому занятию

1. Что понимают под энергетическими ресурсами?
2. Что относится к невозобновляемым энергоресурсам?
3. Какие энергоресурсы относят к возобновляемым и почему?
4. Какую энергию называют первичной и какую вторичной?
5. Что такое энергоёмкость энергоносителя?
6. Какие типы тепловых двигателей вы знаете и какие из них используются на ТЭС? Их назначение?
7. Что такое конденсатор? Экономайзер?
8. Нарисуйте схему преобразования энергии на ТЭС. В каком элементе происходит то или иное преобразование?

Практическое занятие № 10.

Устройство и принцип работы газотурбинных и парогазовых установок

Закljučается в просмотре и обсуждении видеоматериалов, а также ответов по теоретической части практического занятия.

Теоретическая часть

Газотурбинный двигатель сочетает в себе свойства паровой турбины, двигателя внутреннего сгорания. Это делает его компактным и позволяет легко подключать к электрогенераторам электростанций.

Широкое применение на ТЭС получили ГТУ с разомкнутым (открытым) циклом, в котором сжигается высококачественное органическое топливо: преимущественно природный газ, реже жидкое газотурбинное топливо или высококачественный мазут. Основными элементами технологической схемы одновальной энергетической ГТУ является: осевой компрессор (ОК), камера сгорания (КС), газовая турбина (ГТ), электрогенератор (ЭГ), комплексное воздухоочистительное устройство (КБОУ) и др.

Особенностью ГТУ является использование в качестве рабочего тела атмосферного воздуха, забираемого ОК. После сжатия воздуха в компрессоре он с определенной температурой и давлением вводится в КС. Сюда через топливные клапаны (ТК) подводится и сжигается топливо. Получающиеся в камере сгорания газы приводят в движение турбину, а та вращает ротор электрогенератора.

В тепловых схемах парогазовых установок (ПГУ) основным элементом является ГТУ. В ПГУ с котлом – утилизатором выхлопные газы ГТУ поступают в конденсатор (КУ), где большая часть теплоты передается пароводяному рабочему телу и генерируется пар. Последний направляется в паротурбинную установку ПГУ для производства электроэнергии [1.4, 2.5]. Эта электроэнергия вырабатывается без дополнительных затрат топлива, что значительно повышает экономичность всей установки. В ПГУ КПД производства электроэнергии ГТУ увеличивается с 33 – 38 до 52 – 60 %.

Вопросы к практическому занятию

1. Схемы и особенности работы газотурбинных и парогазовых установок.
2. Нарисуйте схему ТЭС на основе цикла Ренкина и поясните ее работу.

3. Чем ГТУ отличаются от ПГУ?
4. Чем прямоточные парогенераторы отличаются от барабанных?

Практическое занятие № 11

Особенности конструкции двухконтурной атомной электростанции

Заключается в просмотре и обсуждении видеоматериалов (видео-практикум) по теме: принцип работы атомной станции на быстрых нейтронах (Белоярская АЭС).

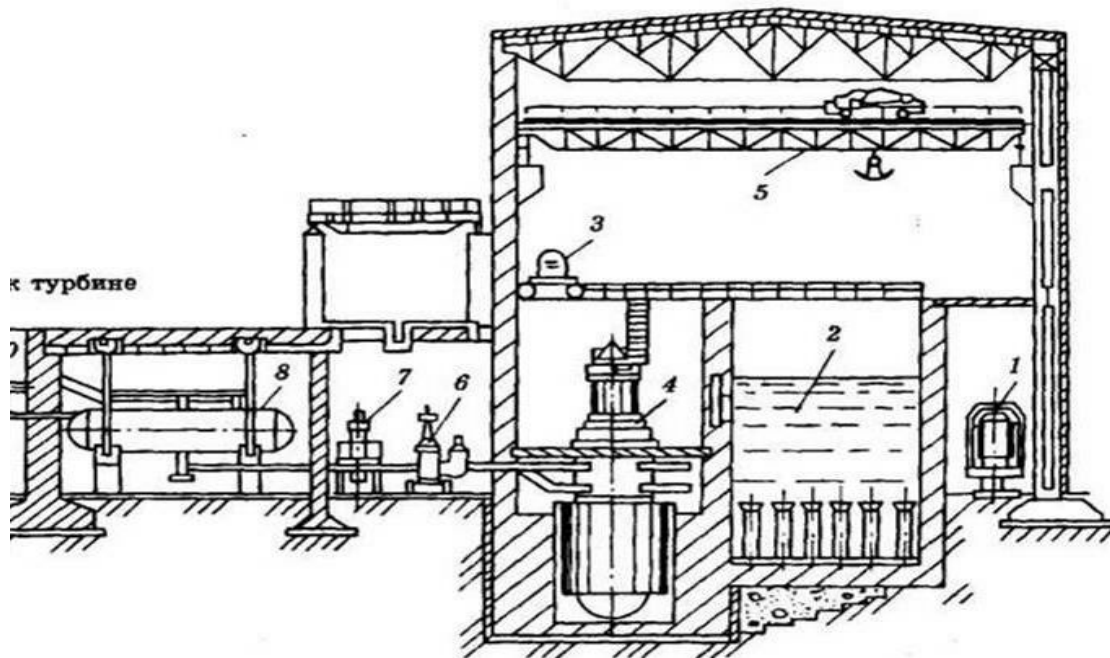
Теоретическая часть

На АЭС энергия, получаемая в результате деления ядер урана на осколки (цепная реакция), превращается в тепловую энергию пара или газа, затем в электрическую энергию, т. е. по существу АЭС является тепловой электростанцией. Теплота, выделяемая в реакторе, может передаваться рабочему телу турбины по одноконтурной, двухконтурной или трехконтурной схеме. Многоконтурные схемы обеспечивают радиационную безопасность.

Технологическая схема первого контура АЭС показана на рисунке 2. Ядерное топливо, находящееся в тепловыделяющих элементах (ТВЭЛах), доставляется в контейнерах 1 на электростанцию и с помощью перегрузочного крана 3 загружается в активную зону реактора 4. Кассеты с отработавшими ТВЭЛами помещаются в бассейн 2, где выдерживаются в течение определенного времени. Когда радиоактивность горючего и материала кассет уменьшается до нормативных значений, кассеты в контейнерах вывозят на перерабатывающие заводы.

Теплота, выделяющаяся в реакторе и воспринятая теплоносителем, передаются рабочей среде в парогенераторе (ПГ) 8. В трехконтурных схемах между ними есть дополнительный теплообменник.

Пар, образовавшийся в ПГ (при двухконтурных и трехконтурных схемах) или в реакторе (при одноконтурной схеме), направляется по паропроводу к турбине. Первый контур целиком находится внутри биологической защиты.



1– контейнер; 2 – бассейн; 3 – перегрузочный кран; 4 – реактор; 5– мостовой кран реакторного зала; 6– главная задвижка; 7– главный циркуляционный насос; 8– парогенератор; 9– трубопроводы питательной воды; 10– трубопроводы вторичного пара

Рисунок 2 – Технологическая схема первого контура АЭС

В настоящее время наиболее освоены реакторы на тепловых нейтронах, но более перспективными считаются реакторы на быстрых нейтронах с расширенным воспроизводством ядерного топлива – плутония. В России используются реакторы следующих типов: РБМК, ВВЭР (водо-водяной) и БН (на быстрых нейтронах).

Задание

Подготовить сообщение на одну из следующих тем:

1. Особенности конструкции двухконтурной атомной электростанции АЭС.

Вопросы к практическому занятию

1. Для чего АЭС выполняются по 2-х и 3-х контурным схемам?
2. Что такое биологическая защита?

Практическое занятие № 12**Этапы развития мировой гидроэнергетики. Крупнейшие ГЭС России.**

Закljučается в просмотре и обсуждении видеоматериалов (презентаций) по темам:

- а) этапы развития мировой гидроэнергетики;
- б) крупнейшие ГЭС России;

Теоретическая часть

Гидроэлектростанция (ГЭС) – это комплекс из последовательной цепи гидротехнических сооружений, обеспечивающих необходимую концентрацию потока воды и создание напора, и энергетического оборудования, преобразующего энергию движущейся под напором воды в механическую энергию вращения, которая, в свою очередь, преобразуется в электрическую энергию.

Напор ГЭС создается концентрацией падения реки на используемом участке плотиной, либо деривацией (обводной канал), либо плотиной и деривацией совместно. Основное энергетическое оборудование ГЭС размещается в здании ГЭС: в машинном зале электростанции – гидроагрегаты, вспомогательное оборудование, устройства автоматического управления и контроля; в центральном посту управления – пульт оператора-диспетчера или автооператор гидроэлектростанции. Повышающая трансформаторная подстанция размещается как внутри здания ГЭС, так и в отдельных зданиях или на открытых площадках. Распределительные устройства зачастую располагаются на открытой площадке.

ГЭС с плотинной схемой разделяются на русловые и приплотинные.

Отсутствие потребности в топливе для ГЭС определяет низкую себестоимость вырабатываемой на ГЭС электроэнергии. Недостаток ГЭС – в маловодные и засушливые годы выработка электроэнергии снижается.

Самая крупная в России ГЭС – Саяно-Шушенская ГЭС мощностью 6400 МВт, выработка электроэнергии – 21,8 млрд кВт/ч в год. Ее плотина высотой свыше 200 м занесена в Книгу рекордов Гиннеса. Ежесекундно она способна пропускать около 30 тыс.куб.м воды, что примерно равняется объему Волги в ее устье. Площадь зеркала водохранилища – 621 кв.км.

Задание

Подготовить сообщение на одну из следующих тем:

1. Гидравлические электрические станции плотинного и деривационного типа. Схемы создания напора особенности конструкции.
2. Типы и конструкция гидротурбин.
3. ГЭС России.

Вопросы к практическому занятию

1. Какие типы турбин используются на ГЭС?
2. В чём отличие русловых и приплотинных ГЭС?
3. Что такое деривация и где используется?
- 4.

Практическое занятие № 13

Типы и конструкции гидротурбин

Заключается в просмотре и обсуждении видеоматериалов (презентаций) по теме: типы и конструкции гидротурбин.

Задание

4. Типы и конструкция гидротурбин.
5. Распространенные виды гидротурбин на ГЭС России.

Вопросы к практическому занятию

5. Какие типы турбин используются на ГЭС?

Практическое занятие № 14

Гидроаккумулирующие электростанции

Закljučается в просмотре и обсуждении видеоматериалов (презентации).

Теоретическая часть

В силу физических закономерностей мощность потребления электроэнергии в любой момент времени должна быть равна генерируемой мощности. В то же время суммарное потребление электроэнергии совокупностью электроприемников неравномерно в течение суток, есть пики нагрузок и есть «провалы» (например, ночью).

Принцип работы ГАЭС заключается в следующем: вода обратимыми гидроагрегатами, использующими избыточную ночную электроэнергию и работающими в ночном провале нагрузок в насосном режиме, закачивается в верхний аккумулирующий бассейн (поднимается на десятки метров), в результате чего аккумулируется ее потенциальная энергия.

В период утреннего и вечернего максимума нагрузок в сети гидроагрегаты работают в генераторном режиме – вода из верхнего бассейна по напорным трубопроводам поступает на рабочее колесо агрегата, вращает турбину и гидрогенератор, благодаря чему в сеть выдается электроэнергия, покрывающая пики нагрузки.

В России действует Загорская ГАЭС мощностью 1200 МВт. Небольшая ГАЭС (15,9 МВт) работает в каскаде Кубанских ГЭС на Ставрополье.

Приливные электрические станции.

Приливные электрические станции (ПЭС) выгодно отличаются от ГЭС тем, что их работа определяется космическими явлениями и не зависит от многочисленных погодных условий, определяемых случайными факторами.

ПЭС сооружаются на побережье морей и океанов со значительными приливо-отливными колебаниями уровня воды. Естественный залив отделяется от моря плотиной и зданием ПЭС. При приливах и отливах

возникают перепады уровней воды в море и заливе, возникающий напор используется при работе гидротурбин.

Наиболее существенный недостаток ПЭС – неравномерность их работы. Неравномерность приливной энергии в течение лунных суток и лунного месяца, отличающихся от солнечных, не позволяет систематически использовать её в периоды максимального потребления в системах. Можно компенсировать неравномерность работы ПЭС, совместив её с ГАЭС или с речной ГЭС, имеющей водохранилище. При совместной работе ГЭС увеличивает мощность при спаде мощности ПЭС и её остановке; в то время как ПЭС работает с достаточно большой мощностью, ГЭС запасает воду в водохранилище. Таким образом, можно уменьшить как суточную, так и сезонную неравномерность работы ПЭС.

Мощность предполагаемых к созданию в России ПЭС исключительно велика (Тугурская ПЭС на Охотском море мощностью 7800 МВт, Мезенская на Белом море мощностью 19200 МВт), а число их агрегатов исчисляется сотнями.

Задание

Подготовить сообщение на одну из следующих тем:

1. Гидроаккумулирующие электрические станции ГАЭС: назначение, особенности работы, 2-х машинная схема.
2. Особенности конструкции, работы использования приливных электрических станций ПЭС.

Вопросы к практическому занятию

1. Нарисуйте схему работы ГАЭС.
2. В чём состоит принцип работы ГАЭС?
3. Какую энергию запасает ГАЭС?
4. Что такое обратимый гидроагрегат?
5. Достоинства и недостатки ПЭС?

Практическое занятие № 15

Категории потребителей по надежности электроснабжения.

Электроснабжение и электрические сети

Закljučается в просмотре видеоматериалов (презентаций) по двум темам:

- а) категории потребителей по надежности электроснабжения;
- б) электроснабжение и электрические сети.

Теоретическая часть

В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на следующие три категории:

Электроприемники первой категории – электроприемники, перерыв энергоснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения.

Электроприемники второй категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушения нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Электроприемники третьей категории – все остальные электроприемники, не попадающие под определение первой и второй категорий.

Под электроэнергетической системой понимается совокупность взаимосвязанных элементов, предназначенных для производства, преобразования, передачи, распределения и потребления электроэнергии.

К элементам электроэнергетической системы относятся генераторы; трансформаторы; линии электропередачи, предназначенные для

транспортировки электроэнергии на расстояние; всевозможное вспомогательное оборудование, изменяющее свойства системы, а также устройства управления и регулирования.

Элементы электрической системы связаны единством происходящих в них процессов. Часть электрической системы, предназначенная для передачи и распределения электрической энергии, содержащая подстанции, линии электропередачи и распределительные устройства, называется электрической сетью. На подстанциях производится преобразование, а иногда и распределение электрической энергии. Основные элементы электроэнергетической системы (иногда называемые силовыми элементами) осуществляют выработку электрической энергии, её преобразование, передачу на расстояние и потребление.

Под преобразованием электрической энергии понимается изменение напряжения и тока в трансформаторах на подстанциях. Простейший *трансформатор* состоит из стального магнитопровода, на котором расположены две обмотки с различными числами витков w_1 и w_2 . Изменяющийся в сердечнике магнитный поток наводит в катушках ЭДС, значение которых пропорциональны числам витков катушек.

Синхронные генераторы на станциях преобразуют механическую энергию турбин в электрическую. Принцип работы синхронного генератора основан на законе электромагнитной индукции Фарадея. 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 источника постоянного тока через кольца и щётки. В пазах статора, выполненного из стальных листов, находятся проводники, соединённые между собой последовательно. При вращении ротора в каждом проводнике индуцируется ЭДС.

На одном валу с ротором генератора располагается вращающая его турбина. На ТЭС турбинные и котельные агрегаты вместе с вспомогательным оборудованием соединяют в независимые блоки. Число блоков на станции обычно достигает (8...12) шт., а мощность станции – 4000 – 6000 МВт.

В электроэнергетической системе имеются различные дополнительные элементы, предназначенные для регулирования свойств основных элементов: всевозможные устройства автоматики, коммуникационные аппараты, компенсирующие устройства и т.п.

Передача электрической энергии на расстояние осуществляется по *линиям электропередач*.

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

Линии, предназначенные для распределения электроэнергии между отдельными потребителями в некотором районе и для связи энергосистем, могут выполняться как на большие, так и на малые расстояния и предназначаться для передачи различных мощностей. Для дальних передач большое значение имеет пропускная способность, т.е. та наибольшая мощность, которую можно передавать по ЛЭП с учётом всех ограничивающих факторов. Повышение пропускной способности ЛЭП достигается в основном за счёт увеличения напряжения, однако существенное значение имеет также изменение конструкции ЛЭП.

По конструктивному выполнению ЛЭП подразделяются на воздушные и кабельные. Металлические провода воздушных линий подвешиваются к опорам через изоляторы, имеющие специальные зажимы. Кабельные линии относятся к ЛЭП «закрытого» типа. В эпоху бурного роста городов

актуальным является создание кабелей высокого напряжения (110 кВ и выше).

Задание

Подготовить сообщение по одной из следующих тем:

1. Передача электроэнергии на расстояние.
2. Электроэнергетическая система и ее силовые элементы.

Вопросы к практическому занятию

1. Что понимают под электроэнергетической системой?
2. Какие элементы составляют энергетическую систему?
3. Что такое электрическая сеть?
4. Для чего служит и что представляет собой генератор?
5. Для чего предназначен трансформатор, и из каких частей он состоит?
6. Какие типы ЛЭП вы знаете?
7. Что такое “пропускная способность” ЛЭП? От чего она зависит?
8. Перспективы развития закрытых ЛЭП.
9. Что такое газоизолированные кабели?
10. Что представляют собой конструктивно воздушные линии?

Практическое занятие № 16

Экологические проблемы использования традиционной энергетики

Заключается в просмотре видеоматериалов и презентаций по теме.

Практическое занятие № 17

Солнечная, геотермальная и ветровая энергии

Заключается в просмотре видеоматериалов (презентаций) по теме.

Теоретическая часть

Сегодня в мире использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) достигло промышленного уровня. Это направление является одним из наиболее динамично развивающихся среди других направлений в энергетике, т. к. во многих странах вызывает поддержку правительства по причине его экологической безопасности.

В настоящее время суммарная мировая установленная мощность геотермальных электростанций составляет более 6 тыс. МВт, ветроэлектростанций - более 4 тыс. МВт, солнечных - более 400 МВт, приливных - более 250 МВт, а всего с учетом малых ГЭС и других нетрадиционных электростанций - более 30 тыс. МВт.

В России достижения в этой области являются значительно более скромными. Рассмотрим перспективы развития нетрадиционных электростанций по видам используемых НВИЭ.

Геотермальные электростанции. В настоящее время на Камчатке существуют Паужетская (мощностью 11 МВт) и Мутновская ГеоТЭС (50 МВт), работающие на термальном паре. Общий потенциал Мутновского геотермального месторождения позволяет построить еще несколько ТЭС суммарной мощностью 200 МВт.

В России более распространены месторождения термальной воды с температурой 100-200°C, например, в Байкальском регионе. Тепловая мощность скважин и источников этого региона оценивается в 106 МВт. Такие ГеоТЭС должны быть двухконтурными (бинарными), с низкокипящим рабочим телом во втором контуре.

Ветроэнергетика. Самым популярным нетрадиционным источником выработки электроэнергии в мире считается ветер. Трёхлопастные ветряки с лопастями длиной до 50 м и высотой установки 70 – 100 м в настоящее время – привычный элемент ландшафта во многих странах.

Чем выше расчетная скорость ветра, тем выше эффективность ветроустановок. Ряд районов России являются перспективными для ветроэнергетики. Среди них можно в качестве примера выделить районы Байкальского региона. Исходя из потенциала ресурсов ветра, там выбраны для применения ветроагрегаты КБ «Радуга 6» (г. Дубна) с установленной мощностью до 6 кВт. Годовая выработка электроэнергии, приходящаяся на 1 км², в указанном районе составляет 1,0 – 1,9 млн. кВт·ч.

Самая крупная в России ветряная энергоустановка, состоящая из 21 ветряка общей мощностью 5 МВт, успешно работает в пос. Куликово Калининградской области (российско-датский проект). Создан новый тип ветроустановок для безветренной погоды ($V=2$ м/с). Они в 1,5 раза дешевле лопастных ветродвигателей и имеют большую перспективу в условиях России.

Солнечные электростанции. Низкая плотность солнечного потока затрудняет его преобразование в электроэнергию, что делает соответствующие установки дорогостоящими. По способу преобразования солнечного излучения СИ солнечные энергетические установки СЭУ делятся на тепловые и фотоэлектрические (СФЭУ).

На Крымской солнечной электростанции мощностью 5 МВт используются солнечные отражатели, нагревающие пароводяное рабочее тело в специальном котле с последующей подачей пара в паротурбинную установку. Эффективно использовать солнечные элементы можно для экономии топлива на ПГУ. При неизменных затратах топлива такой режим позволяет повысить выработку электроэнергии в «богатых солнцем» районах до 40%. На 100 МВт установленной мощности необходима площадь

поверхности элементов 0,6 км². При строительстве СФЭУ удельная выработка электроэнергии (с КПД примерно 12%) может достигнуть 200 кВт·ч/год на 1м² площади поверхности солнечных элементов. Наибольшее распространение получили СФЭУ на основе кремния, арсенида галлия (КПД около 30%). Применение солнечной энергии целесообразно при нагреве воды для горячего водоснабжения и отопления (солнечные коллекторы, выполняемые в виде пристроек к котельным).

Задание

Подготовить сообщение по одной из следующих тем:

1. Геотермальные электростанции бинарного типа.
2. Солнечные электростанции (термические и фотоэлектрические).
3. Ветровые электростанции.
4. Использование морских ресурсов (кроме ПЭС).

Вопросы к практическому занятию

1. На чём основано действие термической СЭС?
2. В чем особенность геотермальных станций бинарного типа?
3. Особенности подземных теплоносителей?
4. От чего зависит эффективность ветряных электрических станций?
5. Какой принцип преобразования энергии использован в солнечных элементах?
6. Как устроены тепловые солнечные электростанции?

Практическое занятие № 18

Использование вторичных энергетических ресурсов

Просмотр и обсуждение видеоматериалов по проблеме использования вторичных энергоресурсов.

Список рекомендуемой литературы

1 Список основной литературы

1. Зуев Э.Н. Электроэнергетика как подсистема топливно-энергетического комплекса: Учебное пособие. –М.: Издательство МЭИ, 2000.
2. Максимов Б. К., Молодюк В. В. Развитие конкуренции на рынках электроэнергии России: Учебное пособие для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2000.
3. Стерман Л.С. Тепловые и атомные электростанции: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергия, 2004 .
4. Хлебников В.В. Рынок электроэнергии в России: уч.пособие. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2005. – 296 с.
5. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 278 с. – (Высшее образование).
6. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Учебное издание. М.: ИП РадиоСофт, 2008. – 228 с.
7. Углеводородные ресурсы мира / М.В. Голицын, О.Н. Баженова и др.// Энергия, экономика, техника, экология. –М.: Изд-во «Наука». 2005.
8. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России // П.П.Безруких, Ю.Д.Арбузов, Т.А.Борисов и др. – СПб.: Наука, 2002.– 314 с.
9. Энергетика XXI века – время действовать. – Доклад МИРЭС. 2000.
10. М.Г. Тягунов. Нетрадиционная энергетика: учебное пособие. М: Издательство МЭИ. 1990. 36 с.

2 Список дополнительной литературы

1. Туkenov A.A. Рынок электроэнергии: от монополии к конкуренции. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 416 с.
2. Основы современной энергетики: Курс лекций для менеджеров энергетических компаний. В двух частях / Под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. – Часть 2. Современная электроэнергетика / Под ред. профессоров А.П. Бурмана и В.А. Строева. – М.: издательство МЭИ, 2003. – 454 с., ил.
3. Дьяков А. Ф. Состояние и перспективы развития нетрадиционной энергетики в России – « Энергетика», 2002 - №4
4. Обрезков В.И. Возобновляемые нетрадиционные источники электроэнергии: Учебное пособие.– М.: издательство МЭИ, 1978.
5. Веников В. А., Путятин Е. В. Введение в специальность: Электроэнергетика: Учебник для вузов. – 2-е издание.– М.: Высшая школа, 1988.
6. Дьяков А. Ф., Перминов Э. М., Шакарян Э. Г. Ветроэнергетика России. Состояние и перспективы развития. – М.: Издательство МЭИ, 1996.
7. Охрана окружающей среды. / Под ред. Белова С. В. – М.: Высшая школа, 1991.
8. Акуличев В. А., Сичковцев В. И. Волновые энергетические станции в океане. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
9. Энергетическая стратегия России до 2020 г. Федеральная программа. – М.: 2001.
10. Дьяков А. Ф. Состояние и перспективы развития нетрадиционной энергетики в России. // Энергетика. – М., 2002. № 4.
11. Овчинников Б.М. Электростанции, использующие энергию природных водоемов и атмосферы. // Энергетика. – М., 2004. № 12.
12. Использование водной энергии: Учебник для вузов / Под ред. Ю. С. Васильева. – М.: Энергоатомиздат, 1995.

13. Кузнецов В. А. Мутновская геотермальная электростанция. // Электрические станции, 2002. № 3.
14. Перспективы использования угля в электроэнергетике России / Материалы заседаний научно-технических советов РАО «ЕЭС России»// Электрические станции, 2004. -№12.
15. Белов С. В. Охрана окружающей среды. – М.: Высшая школа, 1991.
16. Энергетические ресурсы мира / Под ред. П.С. Непорожного. –М.: Энергоатомиздат, 1995. -232 с.
17. Затопляев Б.С., Ливинский А. П., Редько И. Я. Особенности развития ветроэнергетики в России. // Энергетик, 2003. № 8.
18. Емохонов В. Н., Ермаков А. Н., Ларин И. К., Филлипов П. Г. О некоторых экологических проблемах энергетики// Энергетика, 2002. № 12.