



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ, БИОЛОГИИ И ХИМИИ

Территориальная организация энергетического комплекса
Уральского экономического района

Выпускная квалификационная работа по направлению
44.03.05 Педагогическое образование с двумя профилями обучения
Направленность программы бакалавриата
«Экономика. География»
Форма обучения очная

Проверка на объем заимствований:
73,98 % авторского текста

Выполнила:
Студентка группы ОФ-523/069-5-1
Антонова Елизавета Михайловна

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

Научный руководитель:
кандидат географических наук, доцент
Шерстобитов Шерстобитов Юрий Валерьевич

« 15 » 05 2026 г.

Зав. кафедрой географии, биологии и
химии

Малаев А.В.

Челябинск

2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	7
1.1 Понятие, структура и территориальная организация энергетического комплекса	7
1.2 Факторы размещения и развития энергетического комплекса. Направления развития ТЭК.....	17
Выводы по первой главе.....	41
ГЛАВА 2. ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УРАЛЬСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА	43
2.1 Факторы и предпосылки формирования современной энергетики Уральского экономического района	43
2.2 Анализ современной структуры и размещения генерирующих мощностей.....	50
2.3 Пространственная организация электросетевого хозяйства и системообразующие связи	56
2.4 Проблемы и перспективы энергетического комплекса	59
Выводы по второй главе	67
ГЛАВА 3. АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УРАЛЬСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ГЕОГРАФИИ.....	68
3.1 Изучение энергетического комплекса в школьном курсе географии....	68

3.2 Разработка методических рекомендаций по изучению территориальной организации энергетического комплекса Уральского экономического района	71
3.3 Пример учебного занятия (урока) по теме «Энергетический комплекс Уральского экономического района»	77
Вывод по третьей главе	95
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	98

ВВЕДЕНИЕ

Энергетический комплекс является одной из базовых отраслей экономики, определяющей уровень развития производительных сил, размещение промышленности и качество жизни населения. Значение энергетики велико, особенно для крупных индустриальных регионов России, она обеспечивает функционирование энергоёмких отраслей хозяйства. Одно из ключевых мест в хозяйственной системе Российской Федерации занимает Уральский экономический район. Исторически район сформировался как крупнейший центр промышленности страны, что обусловило высокую концентрацию энергетических объектов и сложную территориальную структуру энергетического комплекса. Специфика хозяйственной специализации региона, значительные объёмы потребления топливно-энергетических ресурсов, а также сложившаяся система размещения энергетических объектов определяют необходимость комплексного анализа территориальной организации энергетического комплекса Уральского экономического района в условиях модернизации энергетики, роста энергоэффективности и усиления экологических требований

Территориальная организация энергетического комплекса формируется под воздействием совокупности природно-ресурсных, экономико-географических, транспортных, производственных и экологических факторов. В условиях структурной трансформации энергетической отрасли, повышения требований к энергоэффективности и экологической безопасности особое значение приобретает выявление особенностей пространственного размещения объектов энергетики и оценка перспектив их дальнейшего развития.

Актуальность темы для выпускной квалификационной работы обусловлена необходимостью системного исследования территориальной организации энергетического комплекса Уральского экономического района, выявления факторов, определяющих его функционирование, а

также обоснования направлений совершенствования пространственной структуры энергетики региона

Значимость данного исследования заключается в комплексном анализе территориальной организации энергетического комплекса Уральского экономического района. Результаты работы позволяют углубить представления о закономерностях размещения энергетических объектов в условиях высокой концентрации энергоёмких производств и ограниченности собственной топливной базы.

Цель работы – определение особенностей территориальной организации энергетического комплекса Уральского экономического района и выявление направлений его дальнейшего развития.

Для реализации поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Рассмотреть структуру и основные факторы развития энергетического комплекса как важнейшего элемента экономики страны.
2. Проанализировать территориальную организацию энергетического комплекса Уральского экономического района, выявив особенности размещения генерирующих мощностей и электросетевого хозяйства.
3. Определить современные проблемы и перспективы развития энергетики России и Уральского экономического района в условиях новых экономических и экологических вызовов.
4. Предложить возможные варианты использования результатов исследования в школьном курсе географии и выявить особенности отражения изучаемой темы в образовательных программах.

Объект исследования: энергетический комплекс Уральского экономического района.

Предмет исследования: территориальная организация энергетического комплекса Уральского экономического района.

Методы исследования. В работе используются статистический и картографический методы, а также метод системного анализа.

Научная новизна исследования состоит в систематизации научных подходов к изучению территориальной организации энергетического комплекса, а также в выявлении факторов, определяющих пространственную структуру энергетики на региональном уровне.

Практическая значимость работы. Материалы исследования могут быть использованы в дальнейших исследованиях по экономической географии, региональной экономике и территориальному планированию, а также при формировании структуры школьной учебной программы по экономической и социальной географии России для 9 класса.

Структура работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 100 страницах, содержит 13 рисунков и 7 таблиц. Список использованных источников включает в себя 26 наименований.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

1.1 Понятие, структура и территориальная организация энергетического комплекса

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) – совокупность отраслей экономики, связанных с топливной промышленностью и электроэнергетикой. В задачи ТЭК входит обеспечение населения и экономику всеми видами энергии, обеспечение бюджета страны за счет экспорта энергоресурсов, в первую очередь нефти и газа [16].

Все отрасли комплекса взаимосвязаны, ТЭК определяет размещение многих промышленных предприятий. В структуру ТЭК входят отрасли топливной промышленности, перерабатывающая отрасль и электроэнергетика, а также инфраструктура. Топливно-энергетический комплекс связан: для производства электроэнергии необходимо топливо, а для работы топливной промышленности необходима электроэнергия (рисунок 1).

Энергетический комплекс является составной частью топливно-энергетического комплекса. Его отличие заключается в том, что он охватывает только отрасли, связанные с производством, преобразованием и передачей энергии, прежде всего электроэнергии и тепла. Топливо-энергетический комплекс, в свою очередь включает более широкий круг отраслей: добычу топливных ресурсов, их переработку, транспортировку, а также выработку и распределение энергии. Таким образом, энергетический комплекс выступает как часть ТЭК [16].

В настоящей работе основное внимание уделяется энергетическому комплексу, который является ключевым элементом топливно-

энергетического комплекса и играет важную роль в обеспечении экономики энергоресурсов



Рисунок 1 – Состав топливно-энергетического комплекса [21]

Добывающая отрасль:

Газовая. Характеризуется многоэтапным технологическим процессом. На первом этапе осуществляется геологическая разведка, включающая бурение скважин, сейсмологические исследования и лабораторный анализ образцов пород. После этого производится добыча газа, которая может осуществляться как естественным путём за счёт пластового давления, так и с применением искусственных методов, например, закачки воды или газа. Для поддержания высокого уровня добычи используются глубинные насосные установки и компрессоры, а современные технологии позволяют бурить горизонтально-разветвлённые скважины, увеличивающие площадь дренирования пласта. Далее газ проходит подготовку: его очищают от механических примесей, конденсата

и сероводорода, осушают и стабилизируют. На этапе транспортировки газ перемещается по трубопроводам или в сжиженном виде с использованием танкеров и газозовов. Завершающим этапом является хранение и распределение газа, которое обеспечивает покрытие сезонных колебаний спроса и бесперебойное снабжение потребителей. Природный газ занимает первое место среди всех добытых топливных ресурсов России. Он составляет 53 % от всех объемов добытого топлива. [24]

Нефтяная. Характеризуется поэтапным и сложным производственным процессом. Включает разведку месторождений, бурение скважин, добычу нефти фонтанным, механизированным или насосным способом, а также первичную обработку продукции скважин, направленную на получение обезвоженной, обессоленной и стабилизированной нефти, воды и нефтяного газа. Существенной особенностью является необходимость разделения фаз, так как в процессе добычи часто образуются устойчивые эмульсии типа «вода в нефти», что усложняет обезвоживание сырья. Кроме того, отрасль характеризуется использованием высокотехнологичного бурового оборудования и цифровых технологий, включая системы анализа данных и элементы промышленной автоматизации. На нефть приходится 34% от всего добываемого топлива.

Угольная. Угольная промышленность характеризуется двумя основными способами добычи: подземным (шахтным) и открытым (карьерным). Подземный способ применяется при глубоком залегании угольных пластов и включает проведение горных выработок, разрушение горной породы, подъёмно-транспортные работы, а также транспортировку и складирование угля. Открытый способ используется при неглубоком залегании пласта и является более экономичным, особенно в удалённых и малоосвоенных районах. После добычи уголь проходит дополнительные этапы подготовки, к которым относятся обогащение, дробление, очистка, сушка, сортировка, брикетирование и коксование. Данные операции

направлены на повышение энергетической ценности сырья, улучшение его сохраняемости и снижение затрат на транспортировку. Уголь составляет примерно 12 % топливных ресурсов. Его добывают во многих российских регионах.

Также в структуру топливной промышленности выходит добыча *горючих сланцев и торфа*, но среди добываемых природных энергоносителей, их доля невелика менее 1%. Добыча горючих сланцев и торфа имеет ряд технологических особенностей, обусловленных физико-химическими свойствами этих полезных ископаемых. Для горючих сланцев применяются подземный, открытый и скважинный способы добычи. Подземная разработка осуществляется преимущественно камерно-столбовой системой, открытая по бестранспортным схемам, а скважинная предполагает бурение наклонных и горизонтальных скважин, механическое измельчение, размывку водой и гидротранспортирование сырья на поверхность. Специфика сланцев заключается в трудности разделения керогена и минеральной части, наличии токсичных побочных продуктов, а также в необходимости применения специального бурового и перерабатывающего оборудования. Добыча торфа также отличается рядом особенностей. Основными способами его разработки являются фрезерный, машиноформовочный, гидравлический и резной. Перед добычей обычно проводятся осушение месторождения, удаление древесно-кустарниковой растительности и подготовка поверхности. Торф представляет собой трёхфазную систему, включающую твёрдое вещество, воду и газы, что существенно влияет на технологию его извлечения и последующей переработки. После добычи торф, как правило, подвергается сушке и обработке для снижения влажности и улучшения эксплуатационных характеристик [8].

Также в состав ТЭК входит транспортировка топлива и продуктов его переработки, электроэнергии и тепла. Для транспортировки могут быть использованы нефтепроводы, газопроводы, продуктопроводы, линии

электропередачи. Весь трубопроводный транспорт перевозит продукцию ТЭК – на его долю приходится 1/3 грузопотока железных дорог России, 1/2 перевозок морского транспорта.

Перерабатывающая отрасль:

Например, переработка нефти в нефтедобывающие заводы. В первичном виде нефть практически не используют в хозяйственной деятельности, ее перерабатывают в необходимые продукты (парафин, бензин, дизельное топливо), а также сырье для нефтехимического производства [17].

Электроэнергетика:

Отрасль, занимающаяся производством электроэнергии и передачей ее потребителю. Основные типы электростанций, которые входят в состав ТЭК:

Тепловые электростанции (ТЭС) – это энергетические объекты, которые преобразуют тепловую энергию, получаемую при сжигании органического топлива, в электрическую энергию. Их работа основана на последовательном преобразовании различных форм энергии в несколько технологических этапов. Сжигание топлива происходит в топке котла, где химическая энергия топлива превращается в тепловую энергию продуктов сгорания. Затем вода превращается в пар высокого давления и температуры. Пар вращает лопасти турбины, преобразуя топливную энергию в механическую, сама турбина соединена с генератором. Отработавший пар охлаждается в конденсаторе и снова превращается в воду, вода превращается в воду и процесс повторяется. По технологической структуре ТЭС бывают двух типов: блочные, которые состоят из отдельных однотипных энергетических энергоблоков и ТЭС с поперечными связями, где все котлы подают пар в один общий паропровод. Основные компоненты ТЭС: котельная установка, паровая турбина, электрогенератор, конденсатор, вспомогательное оборудование (теплообменники, насосы, деаэраторы и т. д.).

Основной способ повышения КПД ТЭС – регенеративный подогрев конденсата. Пар, который расширился в турбине, поступает в регенеративный подогреватель, передает своё тепло конденсации питательной воде, повышая её температуру и тем самым экономя расход топлива в котле. Системы охлаждения могут быть открытыми (используют воду и естественных источников) или закрытыми (вода циркулирует в замкнутом цикле). Современные станции оснащены сложными системами управления и контроля, которые включают датчики, контроллеры и компьютерные системы для мониторинга состояния оборудования, температуры, давления и других параметров.

Они зависят от режима потребления энергии, в каждый момент вырабатывает столько энергии, сколько необходимо для потребления. Существует возможность комбинирования выработки энергии, на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ) тепловая энергия может отпущаться потребителям в виде пара или горячей воды. Сжигание топлива на ТЭС связано с образованием вредных выбросов (оксиды азота, серы, твердые частицы), а также с проблемами утилизации золы и шлаков.

Гидроэлектростанции (ГЭС) – это комплекс сооружений и оборудования, преобразующий энергию потока воды в электрическую энергию. Их технологические особенности связаны с принципом работы, конструкцией, проектированием, эксплуатацией и другими аспектами. Энергия напора воды, создаваемого разницей уровней верхнего и нижнего бьефа (участков реки), вращает лопасти гидротурбины. Турбина приводит в действие гидрогенератор, который вырабатывает электроэнергию. После прохождения через турбины вода возвращается в реку. Основные компоненты: плотина, водозабор, турбина, генератор, трансформатор. Напор воды создается за счет плотины, полностью перегораживающей реку, или подъема уровня воды в ней. ГЭС способны быстро увеличивать или уменьшать выработку электроэнергии за счет управления потоком воды через турбины и использования водохранилища. Разворот и набор

нагрузки занимают примерно от 3 до 5 минут. Отсутствует технологический минимум по нагрузке, что позволяет покрывать пиковые части графиков нагрузки энергосистем. Высокий КПД, иногда превышает показатели теплоэлектростанций.

Эксплуатационные подразделения обязаны обеспечивать безопасное и работоспособное состояние гидротехнических сооружений, а также их безаварийное функционирование. В их задачи входят систематическое наблюдение за состоянием сооружений, разработка и реализация мероприятий, направленных на повышение эффективности эксплуатации и снижение негативного воздействия на окружающую среду. Персонал, осуществляющий эксплуатацию гидротехнических сооружений, должен регулярно проходить проверку знаний в области безопасной эксплуатации и правил техники безопасности. Кроме того, гидротехнические сооружения подлежат обязательному страхованию от причинения вреда в случае аварии в порядке, установленном законодательством.

Гидроэлектростанции размещаются, как правило, в районах, обладающих необходимыми ресурсами и благоприятными природно-географическими условиями для строительства, что нередко не совпадает с районами сосредоточения основных электрических нагрузок. Выделяют русловые, приплотинные, деривационные, смешанные, гидроаккумулирующие и приливные ГЭС. Особое место занимают малые ГЭС, которые создаются на небольших водоёмах и реках и могут иметь мощностью от нескольких киловатт до нескольких мегаватт.

Атомные электростанции (АЭС) – сложный комплекс технических сооружений и систем, предназначенных для производства электроэнергии с использованием ядерной энергии. Их технологические особенности связаны с принципом работы реактора, системой преобразования энергии, конструкцией оборудования и мерами безопасности. В основе работы лежит управляемая цепная реакция деления тяжёлых ядер (например, уран-235 или плутония), в результате которой выделяется большое

количество тепловой энергии. Эта энергия используется для преобразования в электричество. В активной зоне реактора происходит деление ядер, сопровождающееся выделением тепловой энергии и нагревом теплоносителя. Далее теплоноситель передаёт это тепло воде, в результате чего образуется пар высокого давления. Пар поступает на лопатки турбины и приводит её во вращение. Механическая энергия вращения преобразуется генератором в электроэнергию. На завершающем этапе отработанный пар конденсируется, а охлаждающая вода возвращается в систему, обеспечивая замкнутый цикл работы станции [1].

Типы реакторов и технологические схемы атомных электростанций определяются особенностями используемого реактора и организацией теплообменных процессов. В зависимости от схемы работы выделяют одноконтурные, двухконтурные и трёхконтурные АЭС. На одноконтурных станциях рабочее тело образуется непосредственно в реакторе. На двухконтурных – теплоноситель передаёт энергию рабочему телу в парогенераторе. И на трёхконтурных между реакторным контуром и контуром рабочего тела предусмотрен промежуточный контур с теплообменником.

К числу наиболее распространённых типов реакторов относятся: водно-водяные энергетические реакторы (ВВЭР); каналные реакторы большой мощности (РБМК); реакторы на быстрых нейтронах, способные воспроизводить делящиеся изотопы. А также высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы (ВТГР), рассматриваемые как перспективное направление развития ядерной энергетики.

Современные атомные электростанции оснащаются многоуровневыми системами безопасности, предназначенными для предотвращения аварийных ситуаций и ограничения возможных последствий. К числу таких систем относятся система управления и защиты, обеспечивающая регулирование работы реактора на различных режимах; системы аварийного охлаждения активной зоны,

предназначенные для предотвращения перегрева; локализирующие системы, препятствующие распространению радиоактивных веществ; а также пассивные системы безопасности, функционирующие без участия человека и внешнего источника питания. В основе обеспечения безопасности АЭС лежит принцип глубокоэшелонированной защиты, предполагающий наличие нескольких последовательных барьеров на пути выхода радиоактивных материалов в окружающую среду.

Дополнительными технологическими особенностями АЭС являются применение различных теплоносителей, включая воду, расплавы металлов и другие среды; высокая маневренность оборудования, позволяющая участвовать в регулировании нагрузки энергосистемы; а также строгий экологический контроль, включающий мониторинг радиационной обстановки, выбросов и иных факторов воздействия на человека и окружающую среду. Таким образом, технологические особенности атомной энергетики направлены на повышение эффективности, надёжности и безопасности эксплуатации станций.

На АЭС приходится 12% установленной мощности и 18% выработки российской электроэнергии [17].

Кроме традиционных источников электроэнергии, существует также альтернативная энергетика, основанная на использовании возобновляемых природных ресурсов и современных экологически ориентированных технологий. К ним относятся солнечная, ветровая, геотермальная, приливная, волновая энергетика, а также энергетика биомассы и водорода. Эти направления рассматриваются как экологически более перспективные по сравнению с традиционными источниками выработки электроэнергии.

Регулирование.

Деятельность топливно-энергетического комплекса России регулирует законодательство. Оно устанавливает правила и нормы для функционирования развития отрасли в соответствии с экономическими, экологическими и социальными целями.

Например, федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» в котором прописаны правовые, экономические и организационные основы стимулирования энергосбережения. Он устанавливает требования к энергетической эффективности зданий, обязательному учету энергоресурсов, проведению энергетических обследований, а также нормы маркировки товаров и ограничения оборота неэффективных товаров [24].

Инфраструктура.

Единая энергосистема (ЕЭС) – состоит из семи объединенных энергосистем: ОЭС Центра, ОЭС Средней Волги, ОЭС Урала, ОЭС Северо-Запада, ОЭС Юга, ОЭС Сибири и ОЭС Востока (рисунок 2). А также ЕЭС состоит из пяти технологически изолированных систем, эти системы не имеют электрических связей с ЕЭС России и работают автономно из-за географических условий и огромных расстояний, например, Таймырская (Норильско-Таймырский энергорайон), Камчатская, Сахалинская, Магаданская и Чукотская. В этих зонах стоимость производства электроэнергии часто выше, поэтому там активно развиваются проекты малой атомной энергетики (например, ПАТЭС «Академик Ломоносов» на Чукотке) и локальные ВИЭ.

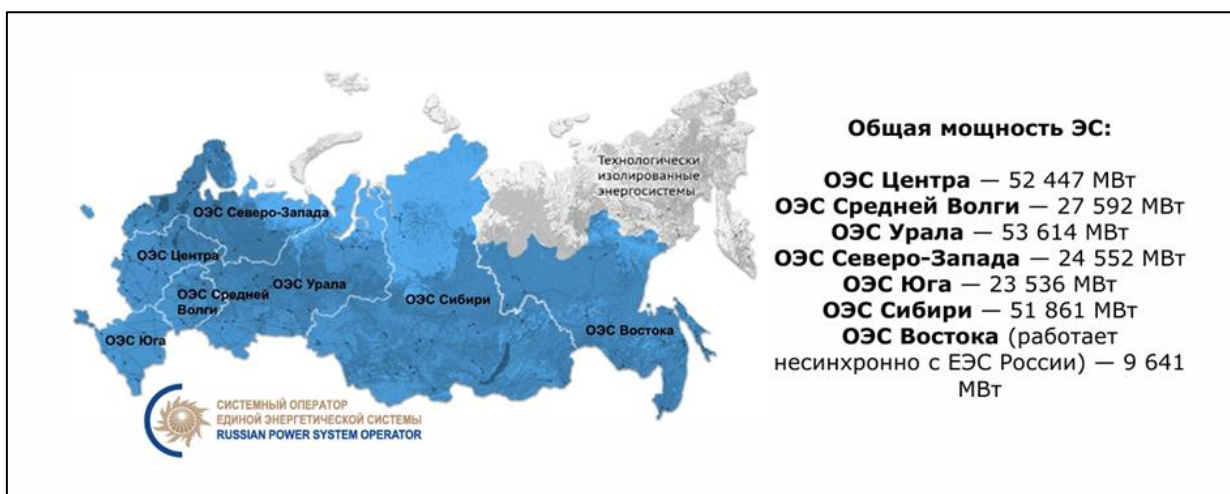


Рисунок 2 – Энергосистемы России [15]

Такая структура позволяет функционировать без перебоев. Например, если в одной части страны случится дефицит мощности, энергия перебрасывается из другой части из-за разницы часовых поясов и пиков потребления. Этот строй способствует экономии, потому что централизованное управление позволяет использовать наиболее дешевые виды генерации в первую очередь.

1.2 Факторы размещения и развития энергетического комплекса.

Направления развития ТЭК

Впервые понятие «территориальной организации промышленности» появилось в начале XX в., но в последующее столетие оно неоднократно меняло свое содержание и в настоящий момент предоставляет собой следующий за концепцией «территориальных структур» этап развития системного подхода в экономической географии.

У истоков концепции «территориальных структур» стояли советские географы: И. М. Маергойз, Ю. Г. Саушкин, А. Н. Смирнов, И. Ф. Зайцев, В. В. Курнашаев, В. Гохман, П. М. Полян, Л. И. Василевский, а также А. П. Горкин, Л. В. Смирнягин и П. Я. Бакланов. И. М. Маергойз в своей работе «Территориальная структура народного хозяйства и некоторые подходы к ее исследованию в социалистических странах» впервые сформулировал основные положения данной концепции в 1975 г., где под территориальной структурой понималась «совокупность определенным образом размещенных и сочленённых территориальных элементов народного хозяйства, находящихся в сложном взаимодействии в процессе (и в результате) его развития и функционирования» [17].

В дальнейшем изучение «территориальной структуры» пошло по пути «сужения» объекта исследования. Так как на начальном этапе в этой роли могла выступать фактически любая целостная экономико-географическая система. Кроме этого, разрабатывались конкретные подходы и методы изучения территориальной структуры, то есть шло

формирование нового методологического аппарата, в частности такими учеными, как В. М. Гохман, П. М. Полян. А. П. Горкин и др. Одним из таких методологических подходов стало изучение получивших в дальнейшем название «суперпозиционных структур» промышленности: территориально производственной и территориально-организационной.

Территориально-производственная структура (ТПС) – это размещение производственно-технологических элементов и субсистем, их сочетание, связи и взаимодействия в пределах объектов пространственной структуры (мира, макрорегионов, интеграционных объединений, отдельных стран, агломераций, центров) [14].

Территориально-организационная структура промышленности (ТОС) – размещение организационно-хозяйственных элементов и субсистем системы «промышленность» (филиалов, фирм), их сочетая, связи, и взаимодействия в пределах объектов пространственной структуры этой системы. [14; 26].

Во второй половине XX в., на смену «территориальной структуре» пришла концепция «территориальной организации» (рисунок 3), которая стала одной из основной парадигмы советской экономической географии с 1980-х гг., что было вызвано осознанием необходимости рассматривать исторический процесс в ходе эволюции. Господствующее на тот момент направление по изучению «территориальных структур» с этим не справлялось, так как представляло собой статическое понятие. Переход от «территориальной структуры» к «территориальной организации», по сути, ознаменовал переход от «статики» к «динамике» в рамках дальнейшего развития идей системного подхода и их адаптации к современным экономическим реалиям.

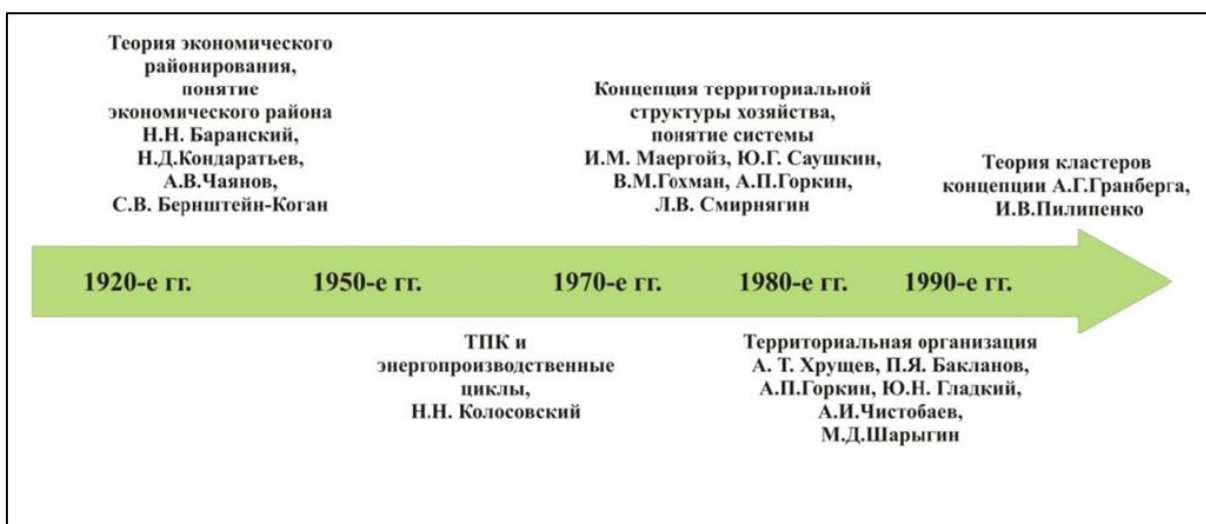


Рисунок 3 – Эволюция теорий размещения производства в отечественной социально-экономической географии

Исследования в данной области были заложены еще в работах таких крупных отечественных экономико-географов, как Ю. Г. Саушкин, А. Т. Хрущев, И.В. Никольский. А. Т. Хрущев впервые раскрыл сущность понятия «территориальная организация промышленности» и соотнес его с другим понятием – «размещение промышленности». Именно им было доказано, что «территориальная организация» шире «размещения», причем второе входит в состав «территориальной организации». Значимый вклад в исследование внесли А. П. Горкин, Л. В. Смирнягин, П. Я. Бакланов.

В настоящий момент нет общепринятых устоявшихся взглядов на сущность изучаемого явления. Территориальная организация неоднозначный термин, так как изначально в нем заложена определенная двойственность. Территориальная организация может рассматриваться и как состояние изучаемой системы (статический «слепок» объекта исследования), и как процесс самоорганизации и воспроизводства системы, в рамках которого акцент делается на анализе механизмов управления. В первом случае понятие территориальной организации практически неотличимо от территориальной структуры. Во втором – представляет собой более разработанную концепцию, учитывающую основные тенденции современных процессов в экономике (рисунок 4).

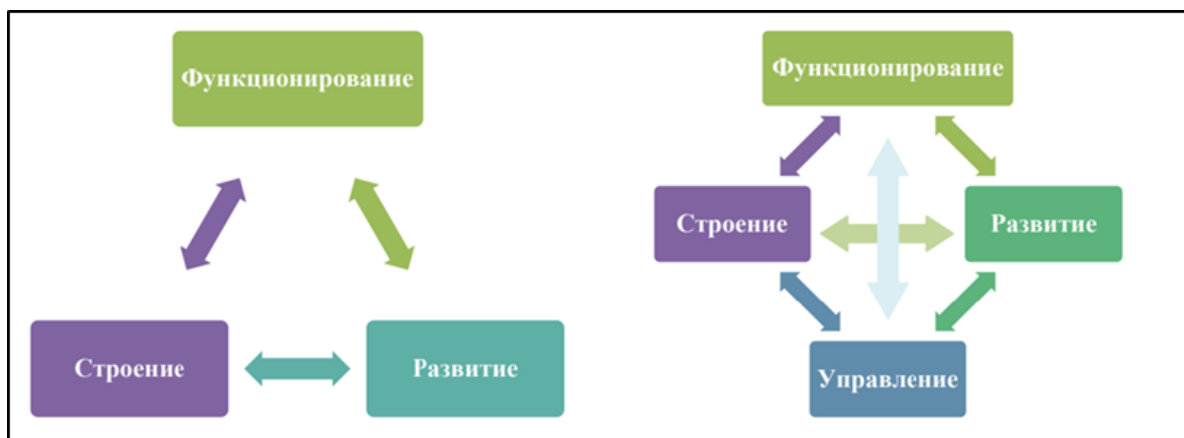


Рисунок 4 – Соотношение терминов «территориальная структура» и «территориальная организация» [21]

Наиболее полное определение территориальной организации в современном виде включает себя раскрытие двойственной сущности понятия. Под территориальной организацией понимается:

1). Совокупность процессов или действий по размещению предприятий промышленности с учетом их производственно-территориальных связей, подчиненности, взаимозависимости (в том числе конкуренции и взаимодополняемости), осуществляемых в соответствии с поставленными целями, факторами и условиями размещения; реализуется субъектами «принятия решений» разных форм собственности.

2). Система пространственного сопряжения предприятий, производств, подотраслей, отраслей и групп отраслей промышленности, их сочетания, связи и взаимодействия в пределах мира в целом, макрорегионов, интеграционных объединений, стран и их частей, а также разных типов территориально-производственных сочетаний (промышленных центров, промышленных узлов, промышленных ареалов и др.) [26].

С точки зрения экономической географии, энергетический комплекс рассматривается не просто как набор заводов и проводов, а как динамическая пространственная система. Территориальная организация ТЭК изучает, как природные ресурсы, производственные мощности и

потребители распределены в пространстве и как они взаимодействуют между собой.

По А. П. Горкину [15], территориальная организация включает:

1. Принятие решений о размещении производства и их прямую и косвенную реализацию:

а). Прямая реализация – производственно-хозяйственные объекты и связи между ними (промышленное предприятие, комплекс, производственные связи).

б). Косвенная реализация – территориально экономические объекты и связи между ними, возникающие в результате распространения промышленности, процессов агломерирования и районообразования (промышленный центр, узел, ареал, комплекс, район).

2. Воспроизводство сложных экономико- и социально-географических структур (территориально-производственной, территориально-организационной):

а). Территориально-производственной (ТПС). Основные характеристики: размещение промышленности (местоположение предприятий, абсолютные/относительные показатели промышленного производства); территориальная концентрация (степень сосредоточения); сочетание (в частности, отраслевая структура); диверсификация (степень разнообразия); связи; связность (отношение общего объема связей элементов ТПС друг к другу или к суммарным массам этих элементов); потенциальное взаимодействие (возможная интенсивность связей) и его средний уровень; специализация; комплексность.

б). Территориально-организационной (ТОС). Основные характеристики: размещение центров принятия решений (штаб-квартир компаний); особенности функционирования компаний (корпоративная структура, степень автономности дочерних фирм, особенности иерархии); роль государства; особенности пространственного развития компаний (размещение производственных активов, наличие и характер

взаимодействия между компаниями); производственно- территориальные и финансово-территориальные связи (отношения между предприятиями в виде потоков грузов, энергии, информации, персонала, капитала); размещение капитала (абсолютные/относительные размеры деятельности компаний); размещение производственных мощностей (местоположение предприятий, объемы промышленной деятельности, пространственные параметры размещения);

3. Воспроизводство географического разделения труда.

4. Воспроизводство пространственной структуры (морфологии промышленности в двумерном пространстве, лишенной самой по себе конкретного экономического содержания.

5. Воспроизводство функций территориальной организации производства в виде прямого (прибыли) и косвенного экономического эффекта (валовой национальный доход).

6. Взаимосвязь процессов и результатов размещения производства с его движущими мотивами, образующую цикл воспроизводства размещения промышленности.

Таким образом, территориальная организация не является противопоставлением территориальной структуры. Наоборот, территориальная организация выводит понятие территориальной структуры на новый «управленческий» уровень, что обуславливает комплексный многогранный подход к анализу рассматриваемой системы, выражающийся в последовательном изучении ее различных исходных и суперпозиционных структур. Тем не менее, приведенный выше набор характеристик и показателей носит универсальный теоретический характер (описывая некую абстрактную модель) и не учитывает специфику конкретных отраслей. Кроме того, основой любого экономико-географического исследования являются точные и актуальные статистические массивы, публикуемые чаще всего официальными статистическими подразделениями.

Рассмотрим территориальную организацию топливно-энергетического комплекса. Территориальная организация означает пространственное размещение и взаимосвязь всех элементов ТЭК на территории страны – где и почему расположены добычные предприятия, электростанции различных типов, электросети и системообразующие связи между регионами. В исследовании будут проанализированы факторы размещения объектов ТЭК по России, современная структура энергетического комплекса страны, а также выявлены проблемы и перспективы его развития [16].

Нефтяная промышленность (рисунок 5). Территориальная привязка обусловлена пространственным распределением нефтеносных коллекторов; оптимизация локации минимизирует логистические и эксплуатационные издержки добычи и транспорта сырья. Нефтедобывающая отрасль России размещается крайне неравномерно и тяготеет прежде всего к районам сосредоточения крупных нефтегазоносных провинций. Основной район добычи Западная Сибирь, где сосредоточено более 70% российской добычи нефти; здесь выделяются месторождения Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов, включая Саяно-Маньшарское, Усть-Балыкское, Мегионское, Фёдоровское и Сургутское. Значительную роль также играет Волго-Уральский район, второй по значению нефтедобывающий район страны, где добыча ведётся в Татарстане, Башкортостане, Удмуртии, Самарской, Пермской, Саратовской и Волгоградской областях.



Рисунок 5 – Объемы добычи нефти по регионам России [1]

Газовая промышленность (рисунок 6). Отличается выраженной территориальной концентрацией и размещается преимущественно в районах крупнейших газоносных провинций. Главными районами газодобычи является Западная Сибирь, на долю которой приходится около 91,2% общероссийской добычи газа. В её пределах выделяются Тазовско-Пурпейская, Березовская и Васюганская газоносные области, включающие крупнейшие месторождения, такие как Уренгойское, Ямбургское, Надымское, Медвежье, Тазовское, Бованенковское и Заполярное. Особое значение имеет Ямало-Ненецкий автономный округ, формирующий ядро газодобычи России.

Помимо Западной Сибири, меньшая, но значимая часть добычи и запасов приходится на Восточную Сибирь и Дальний Восток, включая Республику Саха (Якутия), Иркутскую область, Красноярский край и Сахалин. В Оренбургско-Астраханской базе добывается около 3% природного газа страны, при этом здесь широко развита газопереработка. В Тимано-Печорской провинции и на Северном Кавказе масштабы добычи

значительно меньше, однако эти районы сохраняют значение как перспективные и обеспеченные ресурсами территории.

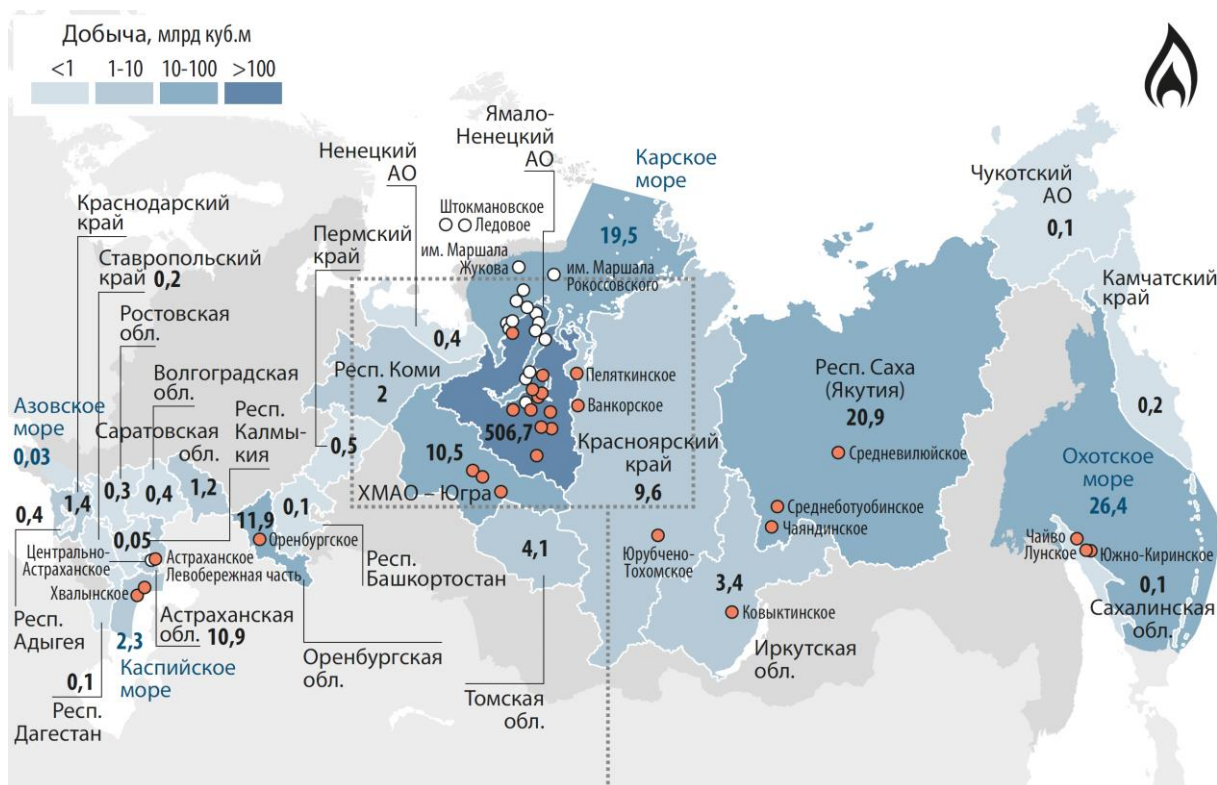


Рисунок 6 – Объемы добычи природного газа по регионам России [1]

Угольная промышленность (рисунок 7). Размещена крайне неравномерно и в наибольшей степени сосредоточены в восточных районах страны. Основной угледобывающей район Кузнецкий бассейн (Кузбасс), расположенный в Кемеровской области, а также частично в Новосибирской области и Алтайском крае. На его долю приходится около 40-60% всей добычи угля в стране. Здесь добываются угли различных марок, включая коксующиеся угли и антрациты, а разработка ведётся как шахтным, так и открытым способом. Вторым по назначению бассейном является Канско-Ачинский буроугольный бассейн, находящийся в Красноярском крае и частично в Кемеровской области.

В европейской части России большое значение имеет Печорский бассейн, расположенный в Республике Коми и Ненецком автономном округе. Это один из крупнейших по запасам угольных бассейнов европейской части страны; около половины его запасов приходится на

коксуемые угли. Добыча здесь ведётся шахтным способом и осложняется суровыми климатическими условиями. Существенное место занимает также Южно-Якутский угольный бассейн, расположенный в Республике Саха (Якутия), где сосредоточены угли высокого качества, включая коксующиеся; добыча осуществляется открытым способом благодаря относительно небольшой глубине залегания пластов.



Рисунок 7 – Объемы добычи угля по регионам России [1]

Кроме того, угольные ресурсы сосредоточены в Тунгусском, Ленском, Минусинском, Иркутском, Подмосковном, Кизеловском, Челябинском, Южно-Уральском, Зырянском, Райчихинском и Сучанском угольных бассейнах. По данным на начало 2024 г. добыча угля велась в семи федеральных округах, 26 субъектах Российской Федерации и 85 муниципальных образованиях. Основной вклад в добычу угля по стране вносят Западно-Сибирский экономический район около 58% добычи и Восточно-Сибирский экономический район около 26%. Таким образом, угольная промышленность России характеризуется высокой территориальной концентрацией, преобладанием восточных районов и

значительной зависимостью от транспортных условий, качества сырья и природно-климатических факторов [26].

ТЭС (таблица 1). Тепловые электростанции в России остаются основными источником электроэнергии и обеспечивают более двух третей её выработки. Наиболее крупные ТЭС сосредоточены в районах с развитой топливной базой и высоким энергопотреблением. К числу крупнейших объектов относятся Сургутская ГРЭС-2 в Ханты-Мансийском автономном округе мощностью около 4,8 ГВт, Рефтинская ГРЭС в Свердловской области мощностью около 3,8 ГВт, Костромская ГРЭС мощностью около 3,6 ГВт, Заинская ГРЭС в Республике Татарстан мощностью около 2,4 ГВт и Назаровская ГРЭС в Красноярском крае мощностью около 1,37 ГВт.

Размещение ТЭС определяется сочетанием топливного и потребительского факторов. Так, угольные станции тяготеют к районам добычи топлива, газовые ТЭС могут размещаться как вблизи месторождений, так и в районах крупного спроса, а ТЭЦ строятся преимущественно в городах и промышленных центрах, поскольку передача тепла на большие расстояния экономически нецелесообразна. КЭС, или ГРЭС, ориентированы на выработку только электроэнергии и обслуживают крупные территории, иногда охватывая 2-3 субъекта Федерации.

Таблица 1 – Крупнейшие ТЭС России. Составлено Ю. В. Шерстобитовым

№	Название ТЭС	Установлен ная мощность, МВт	Топливо	Годы ввода агрегатов	Собственни к	Регион
1	Сургутская ГРЭС-2	5687,1	попутный нефтяной газ, природный газ	1985— 2011	Юнипро	Ханты- Мансийский АО
2	Рефтинская ГРЭС	3800	каменный уголь	1970— 1980	Кузбассэнер го	Свердловская область
3	Костромская ГРЭС	3660	природный газ	1969— 1980	Интер РАО	Костромская область
4	Пермская ГРЭС	3363	природный газ	1986— 2017	Интер РАО	Пермский край
5	Сургутская ГРЭС-1	3333	попутный газ, природный газ	1972— 1983	ОГК-2	Ханты- Мансийский АО

Продолжение таблицы 1

6	Рязанская ГРЭС	3130	бурый уголь, каменный уголь, природный газ	1973—2016	Интер РАО	Рязанская область
7	Киришская ГРЭС	2595	природный газ	1969—2012	ОГК-2	Ленинградская область
8	Конаковская ГРЭС	2520	природный газ	1964—1968	Энел Россия	Тверская область
9	Ириклинская ГРЭС	2430	природный газ	1970—1979	Интер РАО	Оренбургская область
10	Ставропольская ГРЭС	2423	природный газ	1975—1983	ОГК-2	Ставропольский край
11	Берёзовская ГРЭС	2400	бурый уголь	1987—2015	Юнипро	Красноярский край
12	Новочеркасская ГРЭС	2258	каменный уголь, природный газ	1965—2016	ОГК-2	Ростовская область
13	Заинская ГРЭС	2204,9	природный газ	1963—1972	Татэнерго	Татарстан
14	Нижневартовская ГРЭС	2031	попутный нефтяной газ	1993—2014	Интер РАО	Ханты-Мансийский АО

ГЭС (таблица 2). Гидроэлектростанции в России размещаются преимущественно на крупных реках с высоким гидроэнергетическим потенциалом. Наибольшая выработка сосредоточена в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Ключевое значение имеет река Енисей, на которой расположены Саяно-Шушенская ГЭС мощностью 6,4 ГВт и Красноярская ГЭС мощностью 6,0 ГВт. На Ангаре находятся Братская ГЭС мощностью 4,5 ГВт, Усть-Илимская ГЭС мощностью 3,84 ГВт и Богучанская ГЭС мощностью 3,0 ГВт. Именно Ангаро-Енисейский каскад обеспечивает одну из самых высоких концентраций гидроэнергетической выработки в стране.

В европейской части России важнейшую роль играет река Волга, где сформирован Волжско-Камский каскад ГЭС. Здесь расположены Волжская ГЭС мощностью 2,6 ГВт, Жигулёвская ГЭС мощностью 2,3 ГВт и Чебоксарская ГЭС мощностью 1,4 ГВт. На реке Кама работают Нижнекамская ГЭС мощностью около 1,2 ГВт и Воткинская ГЭС мощностью около 1,0 ГВт. На Дальнем Востоке значимыми объектами являются Бурейская ГЭС мощностью 2,0 ГВт на реке Бурей и Зейская ГЭС

мощностью 1,3 ГВт на реке Зей. В Северном Кавказе действует Чиркейская ГЭС мощностью около 1,0 ГВт на реке Сулак.

Таблица 2 – Крупнейшие ГЭС России. Составлено Ю. В. Шерстобитовым

№	Название ГЭС	Установленная мощность, МВт	Годы ввода агрегатов	Собственник	Река	Регион
1	Саяно-Шушенская ГЭС	6 400	1978—1985	РусГидро	р. Енисей	Хакасия
2	Красноярская ГЭС	6 000	1967—1971	ЕвроСибЭнерго	р. Енисей	Красноярский край
3	Братская ГЭС	4 500	1961—1966	ЕвроСибЭнерго	р. Ангара	Иркутская область
4	Усть-Илимская ГЭС	3 840	1974—1979	ЕвроСибЭнерго	р. Ангара	Иркутская область
5	Богучанская ГЭС	2 997	2012—2014	РусГидро/РУСАЛ	р. Ангара	Красноярский край
6	Волжская ГЭС	2 734	1958—1961	РусГидро	р. Волга	Волгоградская область
7	Жигулёвская ГЭС	2 488	1955—1957	РусГидро	р. Волга	Самарская область
8	Бурейская ГЭС	2 010	2003—2007	РусГидро	р. Бурей	Амурская область
9	Саратовская ГЭС	1 427	1967—1970	РусГидро	р. Волга	Саратовская область
10	Чебоксарская ГЭС	1 370	1980—1986	РусГидро	р. Волга	Чувашия
11	Зейская ГЭС	1 330	1975—1980	РусГидро	р. Зей	Амурская область
12	Нижекамская ГЭС	1 205	1979—1987	Татэнерго	р. Кама	Татарстан
13	Загорская ГАЭС	1 200	1987—2000	РусГидро	р. Кунья	Московская область
14	Воткинская ГЭС	1 065	1961—1963	РусГидро	р. Кама	Пермский край
15	Чиркейская ГЭС	1 000	1974—1976	РусГидро	р. Сулак	Дагестан

АЭС. Размещение атомных электростанций в России (рисунок 8) определяется рядом факторов, среди которых ведущую роль играют потребительский, водный, транспортный, природно-географический и экологический. АЭС строятся преимущественно в районах с напряжённым топливно-энергетическим балансом и дефицитом собственных энергоресурсов, то есть ближе к крупным центрам потребления электроэнергии. Это особенно важно для европейской части страны, где

сосредоточено более 70% населения и основная часть спроса на электроэнергию. В 2025 году российские АЭС выработали 218,349 млрд кВт·ч электроэнергии, что составляет около 19–20% общей выработки электроэнергии в стране.

Важнейшим условием размещения АЭС является наличие крупных водоёмов, необходимых для охлаждения реакторов. Именно поэтому Балаковская АЭС расположена на берегу Саратовского водохранилища, Кольская АЭС на берегу озера Имандра, Ленинградская АЭС на побережье Финского залива, а Ростовская АЭС у Цимлянского водохранилища. При этом станции размещаются на ровных участках с благоприятными инженерно-геологическими условиями и на значительном расстоянии от крупных городов: Балаковская АЭС находится в 8 км от Балаково, Курская АЭС в 40 км от Курска, Ленинградская АЭС в 35 км от Санкт-Петербурга.

География российских АЭС отражает неравномерность размещения энергетической инфраструктуры страны. Крупнейшие атомные станции: Балаковская, Курская, Ленинградская, Калининская, Ростовская и Кольская, они сосредоточены в европейской части России, где формируется более 70% потребления электроэнергии. При этом Билибинская АЭС в Чукотском автономном округе обеспечивает энергоснабжение удалённых территорий, что делает атомную энергетику важной не только для крупных промышленных районов, но и для слабоосвоенных северных регионов.

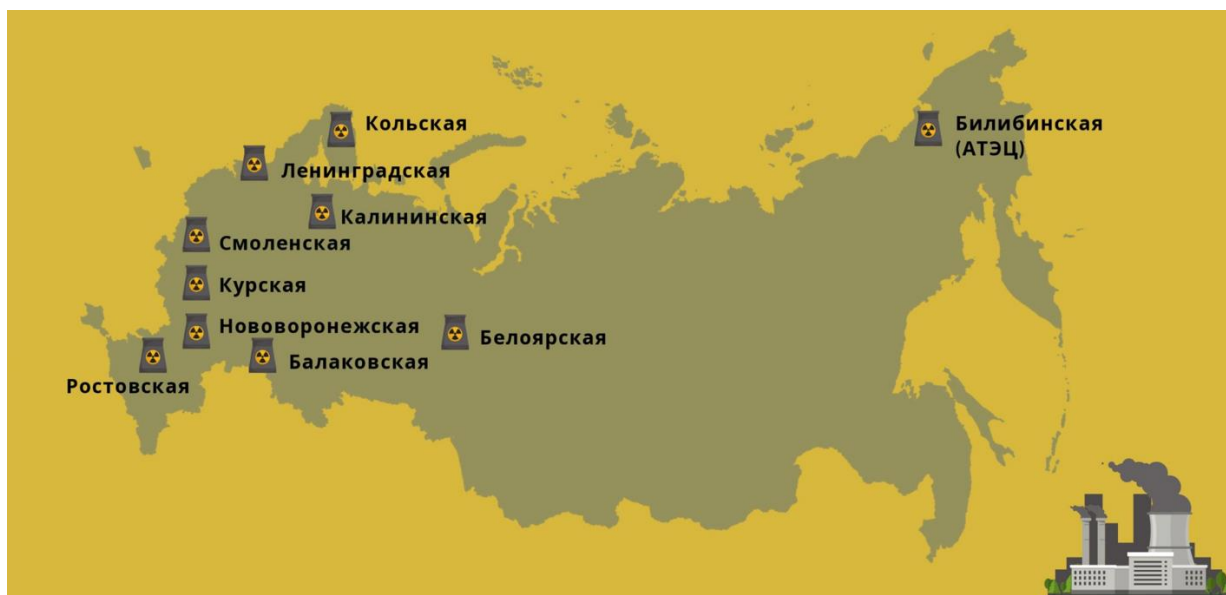


Рисунок 8 – Действующие АЭС России (на 2021 г.)

ВИЭ. Географические особенности размещения возобновляемых источников энергии в России определяются прежде всего природными условиями и крайне неравномерным распределением ресурсов.

Солнечная энергетика (таблица 3) наиболее перспективна в южных регионах России, где выше инсоляция и продолжительность солнечного сияния. В частности, в Краснодарском крае, Ростовской области и Калмыкии показатели солнечной радиации заметно выше, чем в северных районах страны. При этом большая часть территории России находится в северных широтах, где в зимний период продолжительность дня сокращается почти в 2-3 раза по сравнению с югом, а облачность и снежный покров дополнительно снижают эффективность солнечных установок.

Таблица 3 – Крупнейшие СЭС России. Составлено Ю. В. Шерстобитовым

№	Название	Установленная мощность, МВт	Год ввода	Регион	Собственник
1	Аршанская СЭС (1-я и 2-я очереди)	115,6	2021	Республика Калмыкия	ПАО "Фортум"
2	Перово	105,6	2011	Республика Крым	
3	Старомарьевская СЭС (1-я и 2-я очереди)	100,0	2020	Ставропольский край	ООО «Солар Системс»
4	Охотниково	82,65	2011	Республика Крым	
5	Самарская СЭС	75,0	2019	Самарская область	ООО «Солар Системс»

Продолжение таблицы 3

6	Фунтовская СЭС	75,0	2018	Астраханская область	ООО «Авелар Солар Технолоджи»
7	Николаевка	69,7	2015	Республика Крым	
8	Ахтубинская СЭС	60,0	2019	Астраханская область	ООО «Авелар Солар Технолоджи»
9	Сорочинская СЭС (СЭС Уран)	60,0	2018	Оренбургская область	АО «Солнечный ветер»

Ветровая энергетика (таблица 4) развивается, прежде всего, в Мурманской области, Калининградской области, на побережье Ненецкого автономного округа, в Краснодарском крае, Ростовской области, Республике Калмыкия, а также в Приморском и Камчатском краях. Наибольший потенциал имеют прибрежные и открытые территории, где скорость ветра выше и стабильнее. В горных и предгорных районах, например на Кавказе и на Алтае, ветровой ресурс также может быть значительным.

Таблица 4 – Крупнейшие ВЭС России. Составлено Ю. В. Шерстобитовым

№	Название ВЭС	Установленная мощность, МВт	Годы ввода агрегатов	Регион	Собственник
1	Кочубеевская ВЭС	210	2021	Ставропольский край	НоваВинд, Росатом
2	Кольская ВЭС	202	2023	Мурманская область	ЭЛ5-Энерго
3	Кузьминская ВЭС	160	2023	Ставропольский край	НоваВинд, Росатом
4	Адыгейская ВЭС	150	2019	Адыгея	НоваВинд, Росатом
5	Бондаревская ВЭС	120	2021	Ставропольский край	НоваВинд, Росатом
6	Марченковская ВЭС	120	2021	Ростовская область	НоваВинд, Росатом
7	Сулинская ВЭС	100	2020	Ростовская область	
8	Казачья ВЭС	100	2020-2021	Ростовская область	
9	Целинская ВЭС	100	2020	Республика Калмыкия	
10	Каменская ВЭС	100	2020	Ростовская область	
11	Гуковская ВЭС	100	2020	Ростовская область	Фортум, Роснано
12	Салынская ВЭС	100	2020	Республика Калмыкия	

Биоэнергетика развивается в регионах, где имеется значительный объём органического сырья. В центральной и южной части европейской России основным ресурсом являются отходы зернового производства; к числу таких территорий относятся, в частности, Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Тамбовская, Ростовская и Волгоградская области, а также Краснодарский край. На севере Европейской России и в отдельных регионах юга Сибири основную сырьевую базу составляют отходы лесозаготовок; здесь особенно выделяются Архангельская, Вологодская, Кировская области, Республика Коми, Красноярский край и Иркутская область. Наиболее выгодное положение имеют именно «зерновые» регионы юга европейской части страны, где высокая обеспеченность сырьём сочетается с устойчивым спросом на тепловую энергию.

Энергия приливов и отливов относится к морским видам возобновляемой энергетики и используется там, где наблюдаются значительные колебания уровня воды. В России наибольший потенциал приливной энергетики сосредоточен в районах с высокой амплитудой приливов: в Мезенском заливе Белого моря, в Охотском море, а также на Кольском побережье Баренцева моря. Особенно перспективными считаются створы Мезенский, Тугурский и Пенжинский, где суммарный теоретический потенциал приливной энергетики оценивается более чем в 100 ГВт по мощности и свыше 250 млрд кВт·ч в год. При этом экономически эффективным считается использование участков, где высота прилива составляет не менее 4 м, а на российских побережьях она достигает 7,4-11 м. К существующим и проектируемым объектам относятся, например, районы Кольского полуострова, Приморья и побережья Охотского моря.

Геотермальная энергетика основана на использовании тепла недр Земли и наиболее перспективна в районах с повышенным геотермическим градиентом и современной вулканической активностью. В России такие

условия имеются прежде всего на Камчатке, Курильских островах и в зоне Байкальского рифта. В настоящее время в стране действуют четыре геотермальные электростанции общей установленной мощностью около 81,4 МВт: три на Камчатке и одна на Кунашире в Сахалинской области. Геотермальная энергия используется не только для производства электроэнергии, но и для отопления и горячего водоснабжения. Несмотря на наличие ресурсной базы, доля геотермальной энергетики в энергобалансе России остаётся очень небольшой, фактически на уровне сотых долей процента.

Таким образом, территориальное распределение нефтедобывающей, газодобывающей и угольной промышленности характеризуется жесткой пространственной привязкой к месторождениям полезных ископаемых. Это обусловлено высокой материалоемкостью транспортировки полезных ископаемых и невозможностью перемещения месторождений. Добывающие отрасли концентрируются в Западной Сибири (нефть, газ), Восточной Сибири и Дальнем Востоке (уголь, газ), что подтверждает приоритет сырьевого фактора над всеми остальными. Электроэнергетика, в свою очередь, демонстрирует двухфакторную зависимость. Для атомных и тепловых электростанций, находящихся в непосредственной близости от крупных промышленных кластеров и городских агломераций (включая Европейскую часть России и Урал), определяющим фактором при выборе местоположения является близость к потребителю. Это обусловлено необходимостью сокращения потерь электроэнергии в процессе ее транспортировки. Доступность природных ресурсов является ключевым фактором, определяющим географическое расположение гидроэлектростанций (ГЭС) на обширных речных бассейнах, таких как Ангара-Енисейский каскад в Сибири, и тепловых электростанций (ТЭС), работающих на угле, в непосредственной близости от мест добычи этого топлива [1; 12; 16].

Также, наблюдается децентрализация размещения добывающих и потребляющих центров энергоресурсов. В Западной Сибири абсолютное доминирование нефтегазодобычи (70% нефти, 80% газа). Гидроэнергетика (44%), уголь (30%) сконцентрировались в Восточной Сибири. Европейская часть России специализируется на нефтепереработке (80%), а также здесь сосредоточены ТЭС и АЭС страны. Смешанная структура: ТЭЦ + АЭС + нефтепереработка находятся на территории Урала.

Таким образом, по стране ведущую роль играют тепловые электростанции, однако их доля существенно различается по регионам.

В Центральной части России общий объём выработки составляет 231 млрд кВт·ч, из которых 50,5% приходится на ТЭС, 47,5% на АЭС и около 2% на ГЭС, что говорит о почти равном балансе тепловой и атомной генерации. В Северо-Западном регионе при объёме 106 млрд кВт·ч структура более разнообразна: 47% ТЭС, 38,7% АЭС и 14,3% ГЭС.

На Урале сосредоточен крупнейший объём производства. 247 млрд кВт·ч, при этом 92,5% электроэнергии вырабатывается на ТЭС, а доли остальных источников минимальны (около 2,7% ГЭС, 4,5% АЭС и менее 1% других источников), что указывает на сильную зависимость от тепловой генерации.

В южных регионах общий объём составляет 103 млрд кВт·ч, где 44,2% приходится на ТЭС, 32,5% на АЭС и 21% на ГЭС, что формирует относительно сбалансированную структуру. В Среднем Поволжье при объёме 109 млрд кВт·ч распределение также близко к равномерному: 45,5% ТЭС, 28,9% АЭС, 25,3% ГЭС.

Сибирь характеризуется высоким уровнем гидроэнергетики: при общем объёме 207 млрд кВт·ч 59,5% приходится на ГЭС, а 40,3% на ТЭС, что делает регион ключевым центром гидроэнергии в стране. На Дальнем Востоке объём выработки составляет 44 млрд кВт·ч, где 61,3% ТЭС и 38,7% ГЭС.

В изолированных энергосистемах общий объём значительно ниже 17 млрд кВт·ч, при этом 56,6% приходится на ТЭС, а 41,7% на ГЭС.

Структура выработки электроэнергии в России в 2025 г. демонстрирует выраженную региональную дифференциацию: от почти полной зависимости от тепловой генерации на Урале до доминирования гидроэнергии в Сибири, при этом атомная энергетика сосредоточена преимущественно в европейской части страны. Возобновляемые источники (ветровая и солнечная энергия) во всех регионах занимают незначительную долю – как правило, менее 1-2% (рисунок 9).

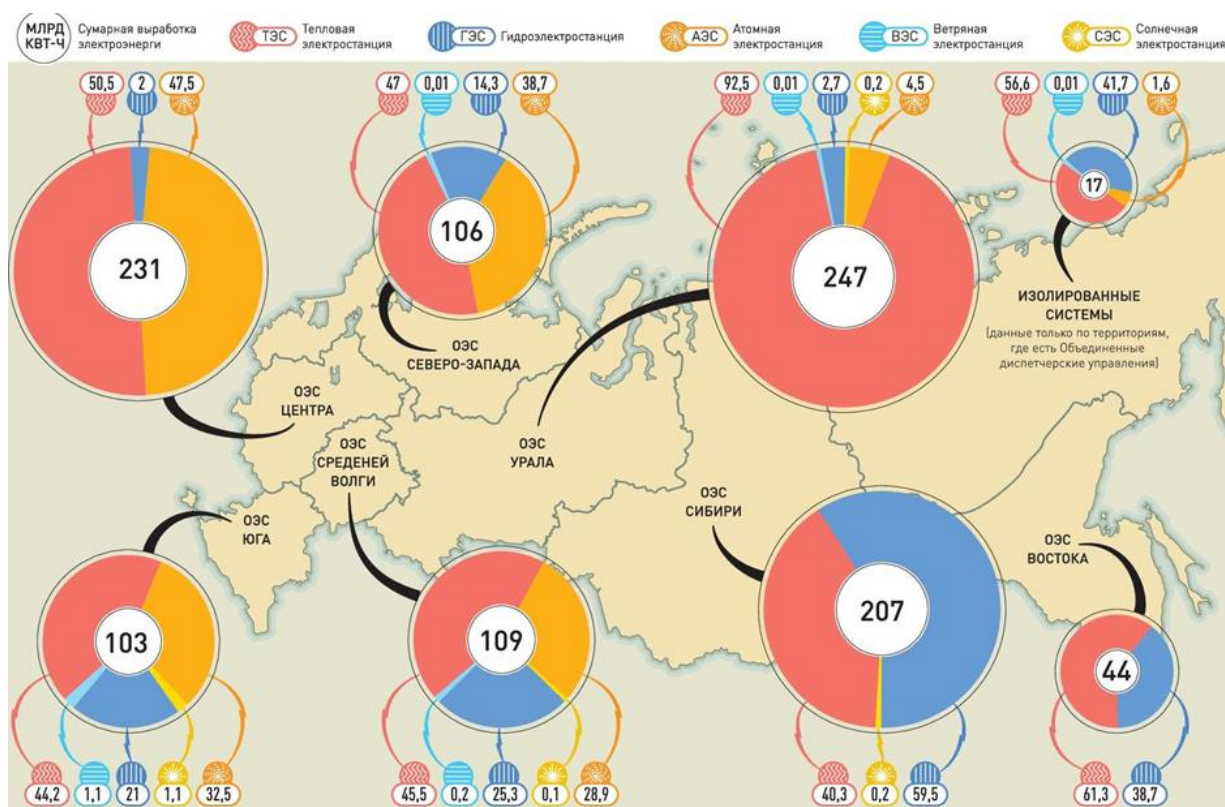


Рисунок 9 – Выработка электроэнергии в ОЭС России по типам генерации (2025 г.) [1]

Согласно Энергетической стратегии РФ до 2050 г., приоритетными направлениями являются: обеспечение внутреннего рынка, гарантированное доступное энергоснабжение населения и экономики. Технологический суверенитет, который подразумевает развитие отечественных технологий добычи, переработки, шельфовых проектов,

собственное ПО и сервисы. Планируется снижение роли экспорта углеводородов, рост роли внутреннего спроса. Одно из первостепенных направлений считается развитие ВИЭ, в особенности на изолированных и удаленных территориях. Рассматривается повышение эффективности производства и конкурентоспособности на мировых рынках. Также в стратегии развития указано – перенаправление поставок на рынки дружественных стран, развитие Северного морского пути, наращивание мощностей перевалки в арктических и дальневосточных портах [8].

В Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2042 г. заложено строительство 38 новых энергоблоков суммарной мощностью порядка 29,3 ГВт. Развитию ядерных компетенций будет способствовать реализация нового национального проекта технологического лидерства «Новые атомные и энергетические технологии». Половина из десяти включенных в него федеральных проектов касается перехода атомной индустрии на качественно новый уровень - реакторы поколения IV на быстрых нейтронах и первую в мире двухкомпонентную ядерную энергетическую систему с замкнутым топливным циклом. Речь идет о запуске в 2028 г. опытно-демонстрационного энергоблока БРЕСТ-ОД-300 в Северске. Еще одним перспективным направлением атомной энергетики является разработка линейки реакторов малой и средней мощности, позволяющих обеспечить электроэнергией отдаленные и труднодоступные территории.

Также будет расти доля альтернативной энергетики. Согласно энергостратегии, к 2050 г. ВИЭ на основе солнца и ветра займет 10% в национальном энергетическом балансе, еще 3,6% всей электроэнергии будет производиться на гидроэлектростанциях. На начало августа, по оценке Ассоциации развития возобновляемой энергетики, совокупная установленная мощность объектов ВИЭ в России составляет 6,64 ГВт. Основные объемы приходятся на ветровые и солнечные электростанции (по 2,57 и 2,55 ГВт мощности соответственно), еще 1,31 ГВт выдают

малые гидроэлектростанции мощностью до 50 МВт. Пока общая доля установленной мощности альтернативной генерации в энергосистеме РФ составляет всего 2,6%.

Для активного роста этого показателя необходима разработка собственных технологий и машиностроения. Если в атомной отрасли, по оценке Центра исследований в электроэнергетике НИУ ВШЭ, уровень локализации около 95%, то в секторе ВИЭ к таким показателям еще предстоит стремиться. Посвященный сфере альтернативной энергетики сегмент нацпроекта «Новые атомные и энергетические технологии» предполагает к 2030 г. достижения уровня импортонезависимости в 90% [20; 24].

В ООО «ОКБ "Микрон"» создают линейку ветроэнергетических установок с системой накопления тепловой энергии, в том числе для использования в гибридных энергетических системах.

Основная задача подобных ветроэнергоустановок – это автономная работа на изолированных территориях в составе комбинированной электро- и теплогенерации. При этом у разработки есть ряд особенностей. Ее можно монтировать в горизонтальном положении, и она не требует заливки фундамента.

Завод ЭнКОР выпускает в Калининградской области фотоэлектрические преобразователи. Для этого специалисты выращивают кремниевые слитки и делают из них солнечные ячейки по российской гетероструктурной технологии. Такие преобразователи относятся к новому поколению - они эффективно работают и в пасмурную погоду, и в условиях экстремальных температур (от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$), а также отличаются высокой эффективностью преобразования солнечного света в электроэнергию.

Но, несмотря на развитие ВИЭ, традиционные энергоресурсы на горизонте до 2050 г. останутся основой мировой энергетики. По оценке

ОПЕК, мировой спрос на нефть достигнет 120 млн баррелей в сутки уже к 2040 г., а к 2050 г. динамика ускорится до 122,9 млн баррелей в сутки.

Энергостратегия предполагает ускоренную реализацию инфраструктурных проектов. В том числе речь идет о наращивании мощностей по перевалке нефти в арктических и дальневосточных портах, активном использовании потенциала Северного морского пути. Кроме того, принципиальным остается вопрос разработки собственных технологий добычи и оборудования. Амбициозные цели в этой области ставит федеральный проект «Новое оборудование и технологии в нефтегазовой отрасли». Так, доля собственных разработок и оборудования через пять лет также должна составить не менее 90%.

Проект является самым масштабным по количеству разрабатываемых технологий и включает разработку 191 позиции в области бурения и добычи на суше и шельфе, геологоразведки, нефтегазопереработки, нефтегазохимии, а также автоматизации и контрольно-измерительных систем. Одним из крупнейших в России и СНГ игроков в сегменте оборудования для добычи и переработки нефти является группа ГМС. В компанию входит несколько бизнес-единиц с различной направленностью. Так, дивизион «Промышленные насосы» разрабатывает, производит и поставляет насосное оборудование, использующееся во всех технологических процессах нефтедобычи, транспортировки нефти и нефтепродуктов, переработки нефти. Также продукция группы применяется в тепловой и атомной энергетике, жилищно-коммунальном и водном хозяйстве и других отраслях промышленности. При разработке нового и модернизации существующего оборудования используются современные методы 3D-моделирования и вычислительной гидродинамики, обеспечивающие высокую технологичность насосов и насосных систем, поясняют в компании.

За прошедшие годы произошли глубокие изменения на рынке углеводородов, происходит трансформация нефтегазовой отрасли,

энергетики в целом. Однако в последние месяцы в развитии энергетики происходят кардинальные изменения. Источником многих проблем стали наблюдаемые в последнее время нерыночные условия и непредсказуемость работы отрасли. Прежде всего, это связано с санкциями и различного рода ограничениями, которые используются в целях создания конкурентного преимущества в реальных секторах экономики. Баланс потребления первичной энергии в Российской Федерации значительно дифференцирован: в нем присутствуют природный газ, уголь, нефтепродукты, гидроэнергия, атомная энергия и возобновляемые источники энергии. Потребление угля и нефтепродуктов сокращается, их совокупная доля в балансе снизилась с 33% до 29%, объем потребления газа увеличивается в среднем на 3,5% в год и занимает долю 60% баланса [25; 26].

На возобновляемые источники энергии и энергию ядерного топлива приходятся оставшиеся 11%. Газ постепенно вытесняет уголь и нефтепродукты. Так, последние четыре года их потребление в балансе снижается, сокращая свою долю на 4%. Как видим, структура энергобаланса значительно шире, нежели только нефтегазовый комплекс, но именно нефть и газ являются основными поставщиками энергии в современном мире.

Потребление первичной энергии в Российской Федерации растет со средним темпом – 1,9% в год. Начиная с 2015 г. объем потребления «неуглеводородной» первичной энергии (гидроэнергия, ядерное топливо и ВИЭ) прирастает в среднем на 1,5% ежегодно. Абсолютным лидером по темпам роста становится сегмент СЭС и ВЭС, который прибавляет в объеме около 13% в год., но, тем не менее в балансе составляют малую долю. Углеводороды составляет основу энергобаланса – 89% общего потребления.

Россия является крупнейшим экспортером углеводородов. Страна – надежный поставщик энергоресурсов, хотя и были разногласия, которые

касались главным образом ценообразования на рынке углеводородов. Так, в предшествующие годы у России были разногласия с европейскими покупателями газа по поводу формирования цен на газ. Долгосрочные контракты Газпрома рассчитываются на основе цен на нефть. Спотовый рынок газа учитывает текущее состояние рынка, которое в контракте на 2–5 лет вперед предусмотреть невозможно. Однако, в условиях пиковых спросов на газ цены на спотовых площадках были на десятки процентов выше цен долгосрочных контрактов Газпрома. Что и было подтверждено в последнее время резким скачком цен на газ, чего бы ни произошло, если бы были долгосрочные контракты.

В энергобалансе увеличивается доля атомных электростанций, особенно выражена данная тенденция в зарубежных странах. Это связано, прежде всего, с тем, что атомные электростанции признаны, как относящиеся к зеленой энергетике. В настоящее время Россия является одним из мировых лидеров по количеству энергоблоков, сооружаемых не только в России, но за рубежом. Все проекты соответствуют современным международным требованиям и рекомендациям. Портфель зарубежных заказов включает 36 блоков. Страны, в которых построены или строятся АЭС: Турция, Египет, Венгрия, Бангладеш, Китай, Франция, только одна страна – Финляндия отказалась от продолжения строительства атомной электростанции [16].

Выводы по первой главе

В ходе проведенного исследования было выявлено, что территориальная организация ТЭК России определяется комплексом факторов: природно-ресурсным базисом (сырьевой фактор), потребительским спросом (потребительский фактор), инфраструктурными возможностями (транспортный фактор) и экологическими ограничениями (экологический фактор). Выявленная пространственная асимметрия между

регионами добычи и потребления энергоресурсов обуславливает стратегическую необходимость развития магистральной инфраструктуры и обеспечения энергетической безопасности страны в условиях технологического суверенитета и санкционного давления.

ГЛАВА 2. ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УРАЛЬСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА

2.1 Факторы и предпосылки формирования современной энергетики Уральского экономического района

Факторы и предпосылки формирования энергетики Уральского экономического района связаны, прежде всего, с его промышленной специализацией, природно-ресурсной базой и территориальным положением. Район исторически является одним из крупнейших промышленных центров страны, поэтому здесь сформировался высокий и устойчивый спрос на электроэнергию со стороны чёрной и цветной металлургии, машиностроения и химической промышленности.

Уральский экономический район (УЭР) – важнейший индустриальный регион России, играющий ключевую роль в формировании промышленного потенциала страны. Одним из его главных преимуществ является экономико-географическое и особенно транспортное положение. Район расположен на стыке Европы и Азии, что делает его стратегическим «мостом» между западной и восточной частями страны. Такое положение превращает Урал в центральное звено общероссийской транспортной системы. Через его территорию проходят крупнейшие транспортные коридоры, обеспечивающие интенсивные грузопотоки. Особое значение в системе межрегиональных связей страны имеет Транссибирская магистраль, являющаяся главной железнодорожной артерией России. По ней через Урал осуществляется интенсивное движение грузов в обоих направлениях. Из восточных районов страны – Сибири и Дальнего Востока, в Уральский экономический район и далее в европейскую часть России поступают уголь Кузбасса, нефть и газ Западной Сибири, лес и другие виды природных ресурсов. В обратном

направлении из Урала и европейской части страны перевозятся машины, оборудование, металлопродукция и химическая продукция.

Крупные транспортные узлы, такие как Екатеринбург и Челябинск, выполняют важнейшую функцию в перераспределении грузопотоков. Через них осуществляется транспортировка железной руды с уральских месторождений на металлургические предприятия, а также отправка готовой продукции: стали, проката и труб в центральные районы России, на Северо-Запад и на внешние рынки, прежде всего в Китай, страны ЕАЭС и государства Ближнего Востока. С севера Тюменской области, относящегося к Западной Сибири, в Уральский экономический район поступают нефть и природный газ, которые затем перерабатываются или направляются далее в европейскую часть страны. Из Среднего и Нижнего Поволжья, включая районы Самары, Казани и Волгограда, на Урал поставляются нефтепродукты и химическое сырьё. Перевозки осуществляются по железнодорожным магистралям через транспортные узлы Уфы и Оренбурга в Челябинск и Екатеринбург.

Географическое соседство с Казахстаном до 2022 г. в большей степени усиливало транспортно-географическое положение Уральского экономического района, способствуя развитию межрегиональных и международных связей. Через данное направление в район поступали железная руда, уголь и цветные металлы, а в обратном направлении вывозились продукция машиностроения, металлы и готовые изделия. В результате Урал выступал важным транзитным звеном в системе хозяйственных связей России с Казахстаном и другими государствами Центральной Азии.

В современных условиях значение этого направления сохраняется, однако характер транспортных потоков и логистических связей заметно изменился под влиянием геополитических и внешнеэкономических факторов. Перестройка международных маршрутов, усиление роли Казахстана как самостоятельного евразийского транзитного хаба и

изменение направлений внешней торговли обусловили трансформацию прежних хозяйственных связей. Поэтому сегодня транспортная роль Уральского экономического района определяется не только его пограничным положением, но и включенностью в новые евразийские коридоры и адаптацией к изменившейся системе международных перевозок [18].

Природно-ресурсный потенциал района является одним из наиболее богатых в России. Урал традиционно называют «кладовой полезных ископаемых». Восточные склоны гор богаты магматическими породами: железными, медными и никелевыми рудами. Здесь же находятся месторождения асбеста, мрамора, талька, самоцветов. Более 100 лет в горах Благодать и Высокая производится добыча железной руды, но на данный момент ее запасы сильно истощены. Кроме того, 2/3 железорудных запасов содержит Качканарское месторождение. Железные руды часто имеют примесь таких ценных металлов, как хром, титан, ванадий, а медные – цинк, золото, серебро. В прогибе у западного склона Уральских гор сосредоточены полезные ископаемые осадочного происхождения: нефть (Башкортостан, Пермская область), природный газ (Оренбургская область), уголь, калийная и поваренная соли (Пермская область).

Уральские горы являются водоразделом между бассейнами рек Европы и Азии. В горах берут начало тысячи небольших рек. Крупнейшие реки принадлежат бассейну внутреннего стока: Кама, Белая, Урал, Чусовая. Озера Урала имеют разнообразное происхождение. На севере это моренные и карстовые озера. На юге соленые озера. Поверхностные воды района составляют 3% общероссийских ресурсов. Распределены они неравномерно. Наиболее полноводные реки расположены на западных склонах Урала и равнинах Предуралья. Промышленные предприятия Урала требуют много воды, но в крупных городах и южных областях отмечается её дефицит. Поэтому в районе много водохранилищ.

Крупнейшие: Воткинское и Камское, они расположены на реке Каме в Пермском крае.

Лесные ресурсы Урала довольно велики, они занимают 40% территории района. Основная их часть сосредоточена на Северном Урале. Наибольшее количество лесов сосредоточено в Пермском крае, Свердловской области и Удмуртии [21].

В Уральском экономическом районе сосредоточено 15% всех пахотных земель. На юге расположены плодородные почвы. Почвы местами истощены вследствие большого антропогенного воздействия. Необходима мелиорация: химическая, известкование, орошение.

Условия ведения сельского хозяйства на Урале различаются в северной, средней и южной частях района, что обусловлено особенностями климата и рельефа. На равнинных территориях Прикамья выращивают озимую рожь и овёс. В южной лесостепной и степной зонах возделывают яровую пшеницу, просо и подсолнечник, в Башкортостане сахарную свёклу, а в Оренбургской области арбузы. Сельское хозяйство южной части Урала имеет зерново-животноводческую специализацию. Здесь развито скотоводство, овцеводство и разведение оренбургских коз, а в Башкортостане также пчеловодство.

Цветная металлургия Уральского района имеет важное промышленное значение. Выплавка меди является традиционной отраслью уральской экономики. В процессе производства используются также сопутствующие компоненты руды, в том числе сера, являющаяся сырьём для химической промышленности. Крупные предприятия отрасли расположены в Ревде, Красноуральске, Верхней Пышме и Кыштыме. В регионе также развито производство никеля в Орске и Реже, цинка в Челябинске, алюминия в Каменск-Уральском и Краснотурьинске, магния и титана.

Химическая промышленность базируется на отходах предприятий чёрной и цветной металлургии, а также на местном минеральном сырье,

включая нефть, газ и калийные соли. В Березниках производят соду, калийные и азотные удобрения, в Соликамске калийные удобрения. Фосфатные удобрения выпускают в Перми и Красноуральске. Нефтеперерабатывающая промышленность представлена предприятиями в Уфе, Перми и Салавате и служит основой для развития химии полимеров. В Оренбурге функционирует газохимический комплекс.

Машиностроение Урала отличается высокой материалоемкостью и специализируется на выпуске оборудования для различных отраслей хозяйства. Крупнейшим предприятием является завод «Уралмаш» в Екатеринбурге, производящий блюминги, прессы, буровые установки, шагающие экскаваторы и станки. Машиностроительные заводы также размещены в Челябинске, Орске и Перми. Транспортное машиностроение представлено вагоностроительными предприятиями в Нижнем Тагиле и Усть-Катаве, автомобильными заводами в Миассе и Ижевске. Сельскохозяйственное машиностроение развито в Кургане, а тракторостроение в Челябинске.

Лесная промышленность наиболее развита в северной части района, где сформирована современная деревообрабатывающая база. Целлюлозно-бумажные комбинаты работают в Краснокамске, Соликамске, Перми и Красновишерске [18; 20; 21].

Топливо-энергетический комплекс играет важную роль в хозяйстве Урала. Нефтедобыча развита в Башкортостане, Пермской и Оренбургской областях, а также в Удмуртии. Крупнейшими нефтепромыслами являются Туймазинские, Ишимбайские и Арланские месторождения. Почти вся добываемая нефть перерабатывается на местных нефтеперерабатывающих заводах. Оренбургское газовое месторождение обеспечивает сырьём газоперерабатывающий комплекс и подачу газа по магистральному газопроводу «Союз» в Центральную Россию и далее в страны Зарубежной Европы. Угольная промышленность имеет локальное значение. Добыча

бурого угля ведётся в Карпинске, Копейске и Коркино, а каменного угля в Кизеловском бассейне [23].

Нельзя не указать технологические и организационные предпосылки развития энергетики. Первые сооружения: водотрубные установки, плотины, электростанции на базе паровых машин заложили технологическую базу для дальнейшего развития. С первой половины XIX столетия на Урале начинается применение паровых машин. В 1799 г. начала действовать первая из известных паровых машин, установленная на Гумешевском руднике Турчанинова. Распространение паровых машин на Урале проходило медленно. Лишь в 1804 г. появилась паровая машина на Юговском заводе, а вслед за этим на Златоустовском и Верх-Исетском заводах. Зачинатели сооружения паровых машин на Урале сын и отец Мирон и Ефим Черепановы – бывшие крепостные. В 1832 г. именно они создают первый русский паровоз и первую железную дорогу с паровой тягой в Нижнем Тагиле.

Основные этапы развития энергетической системы можно разделить на несколько этапов. 1930-е гг. – формирование базовых объектов. В эти годы в рамках реализации Государственной комиссии по электрификации России (ГОЭРЛО) были построены первые крупные электростанции; Челябинская ГРЭС (1933 г.) первая в регионе, построенная по плану ГОЭЛРО, мощностью 6 МВт. В 1936 г. на нее был установлен второй паровой генератор, доведший мощность до 12 МВт. Егоршинская ГРЭС (1934-35 гг.) построена в районе металлургического комбината «Егоршинский», стала важным центром электроснабжения предприятий и городов региона. Кировградская электростанция (1933 г.) использовала паровые машины и стала важной составляющей региональной системы.

В условиях войны и послевоенного восстановления в 1940-х гг. на Урале началось массовое строительство новых электростанций и расширение существующих. Нижнетуринская ГРЭС (1950), её мощность свыше 200 МВт, стала ключевым объектом для обеспечения

энергетических потребностей региона и стратегических предприятий. Камская ГЭС (1954 г.) первая гидроэлектростанция каскада, обеспечивающая значительный прирост производства электроэнергии и развитие гидроэнергетики региона. Красногорская ТЭЦ-2 (1954 г.) обеспечила стабильное электроснабжение промышленных предприятий региона. Эти объекты стали основой для формирования мощной и надежной энергетической системы, способной обеспечить индустриализацию и стратегические программы развития региона [22]

Формирование энергетики Уральского экономического района было обусловлено его мощной индустриальной базой, высоким спросом на энергию со стороны металлургии, машиностроения и химической промышленности, а также выгодным транспортно-географическим положением на стыке Европы и Азии. Дополнительными предпосылками стали наличие местных топливно-энергетических ресурсов, близость к сырьевым районам Западной Сибири и Поволжья, а также исторически сложившаяся промышленная инфраструктура. Важную роль сыграли и технологические факторы: раннее освоение паровой энергетики, строительство первых электростанций в 1930-х г., а затем развитие крупных ГРЭС, ТЭЦ и ГЭС в период индустриализации и послевоенного восстановления [7; 9; 14].

Создание трестов, объединение электросетей в единую систему «Уралэнерго», внедрение новых технологий и оборудования способствовали росту эффективности: Построение линий электропередачи напряжением 110 кВ и выше, что обеспечивало передачу электроэнергии на большие расстояния (до 1000 км). Использование подстанций высокого напряжения (например, 110 кВт, 220 кВт, 35 кВт), что повысило надежность и эффективность распределения энергии. Турбогенераторы мощностью до 50 МВт, изготовленные на отечественных предприятиях (например, Ленинградский завод, завод «Электросила»). Внедрение крупных паровых турбин, способных работать на высоком давлении (до

30-35 атмосфер), что обеспечивало рост мощности станций. Использование паровых котлов с высокой теплоотдачей и эффективности, в том числе водотрубных котлов с автоматической системой подачи топлива и воды. Создание центральных диспетчерских пунктов (например, в Свердловске) для контроля и управления электросетями в реальном времени. Внедрение систем автоматического регулирования, автоматических выключателей и реле защиты, что позволяло быстро реагировать на аварийные ситуации и предотвращать повреждения оборудования и т. д. [3].

2.2 Анализ современной структуры и размещения генерирующих мощностей

Современная электроэнергетика Уральского экономического района представляет собой одну из крупнейших территориальных энергосистем России, обеспечивающую функционирование мощного промышленного комплекса региона. По состоянию на 2025 г. суммарная установленная мощность электростанций района составляет около 53 650 МВт, что соответствует 8-10% общей установленной мощности энергосистемы страны. Объём выработки электроэнергии в 2024 г. достиг 269,5 млрд кВт·ч., на 2025 г. доступной информации нет, но предусматривалось увеличение выработки электроэнергетики [23].

Структура генерации (рисунок 10) характеризуется резким преобладанием тепловых электростанций (ТЭС), доля которых составляет 92,63%. Доля атомной энергетики достигает 2,77%, гидроэнергетики около 3-4%, а возобновляемых источников энергии (включая солнечную генерацию) 0,97%. Таким образом, энергетический баланс района остаётся слабо диверсифицированным и ориентированным преимущественно на традиционные виды топлива [6].

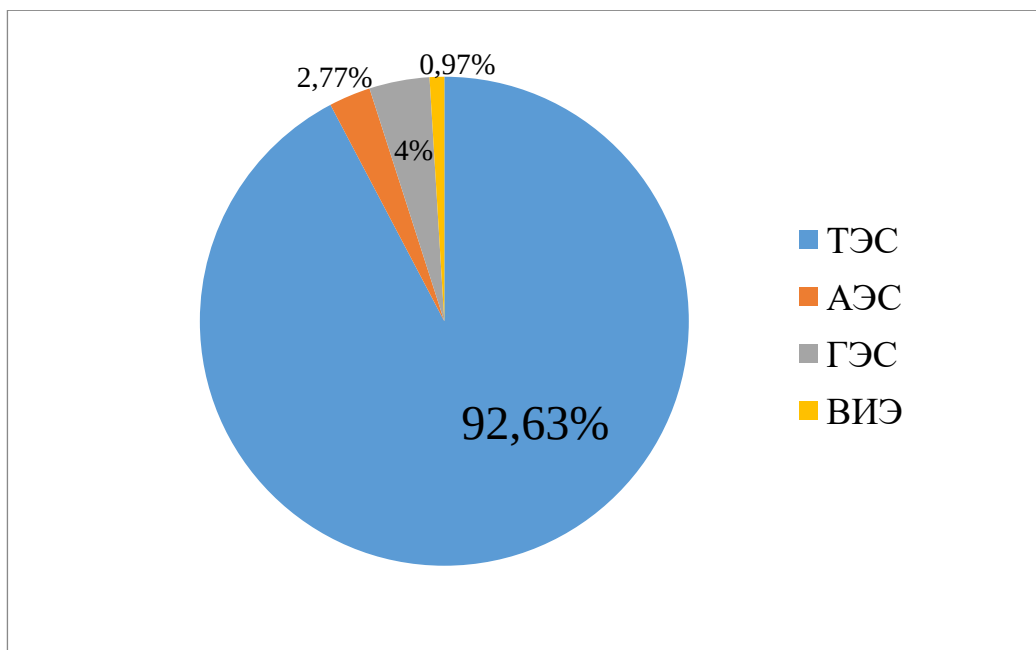


Рисунок 10 – Структура потребления энергии Уральского экономического района

Крупнейшие тепловые электростанции (рисунок 11) размещены в непосредственной близости от промышленных центров. В Свердловской области действует Рефтинская ГРЭС мощностью свыше 3 800 МВт. В Челябинской области расположена Троицкая ГРЭС мощностью около 2000 МВт, а в Оренбургской области находится Ириклинская ГРЭС, мощность которой превышает 2400 МВт. Такое размещение тепловых электростанций обусловлено высокой концентрацией энергоёмких производств, а также необходимостью сокращения потерь при передаче электроэнергии. Кроме того, значительная часть станций ориентирована на привозное топливо, прежде всего уголь из Кузбасса и газ из Западной Сибири, что требует развитой транспортной инфраструктуры и повышает зависимость энергетики района от внешних поставок топлива.

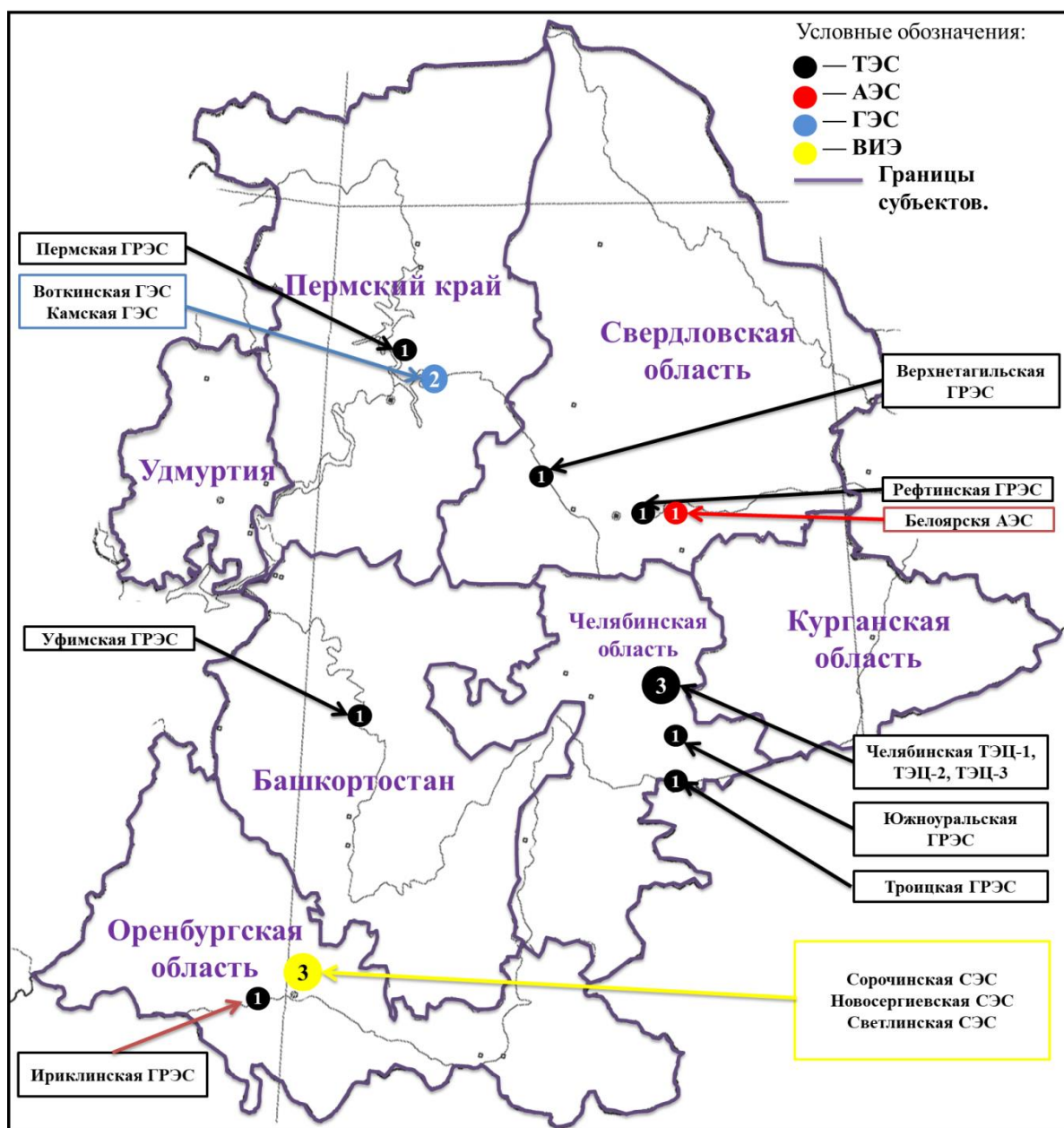


Рисунок 11 – Крупнейшие по установочной мощности электростанции Уральского экономического района. Составлено автором

Верхнетагильская ГРЭС и Пермская ГРЭС используют природный газ, поступающий по магистральным газопроводам Единой системы газоснабжения России из месторождений Западной Сибири (ЯНАО). Аналогично, Челябинские ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3 в настоящее время функционируют преимущественно на природном газе. Ранее часть из них использовали уголь, доставляемый железнодорожным транспортом из Кузнецкого угольного бассейна. Их общая мощность составляет 1023,7 МВт.

Уфимская ТЭЦ-2 также работает на природном газе, поступающую через единую систему Башкортостана, связанную с основными поставками из Западной Сибири. В качестве резервного топлива на ряде станций применяется мазут, поставляемый с нефтеперерабатывающих предприятий Уральского и Поволжского региона. Установленная мощность составляет 519 МВт.

Крупнейшие ТЭС выполняют не только функцию базовой генерации, но и играют системообразующую роль в энергосистеме Уральского экономического района, обеспечивая значительную долю регионального электропотребления. Это делает актуальными задачи модернизации оборудования, повышения топливной эффективности и снижения экологической нагрузки. В частности, внедрение парогазовых установок на Пермской ГРЭС, Челябинской ТЭЦ-3 и Уфимской ТЭЦ-2. Это позволит повысить КПД на 15-25% по сравнению с традиционными технологиями (КПД 35-42%) и снизить выбросы загрязняющих веществ [23].

Таблица 5 – Крупнейшие ТЭС Уральского экономического района

Название	Расположение	Мощность	Топливо
Рефтинская ГРЭС	посёлок Рефтинский, Свердловская область	более 3 800 МВт	Уголь
Ириклинская ГРЭС	посёлок Энергетик, Оренбургская область	более 2 400 МВт	природный газ, резервное топливо
Троицкая ГРЭС	город Троицк, Челябинская область	около 2 000 МВт	Уголь
Верхнетагильская ГРЭС	город Верхний Тагил, Свердловская область	около 1 500 МВт	уголь, газ

Продолжение таблицы 5

Пермская ГРЭС	город Добрянка, Пермский край	3 240 МВт	природный газ
Челябинская ТЭЦ-1	город Челябинск,	1) 133,8 МВт	1) природный газ
Челябинская ТЭЦ-2	Челябинская	2) 320МВт	2) бурый уголь
Челябинская ТЭЦ-3	область	3) 593 МВт	3) природный газ
Уфимская ТЭЦ-2	город Уфа, Республика Башкортостан	более 500 МВт	природный газ

В таблице 5 представлены крупнейшие тепловые электростанции Уральского экономического района, их конкретное расположение, установленная мощность и используемое топливо. Их размещение отражает тесную связь энергетики с промышленной специализацией Урала.

Атомная энергетика в Уральском экономическом районе представлена Белоярской АЭС, расположенной в Свердловской области вблизи города Заречный, её установленная мощность составляет 1 485 МВт. Размещение станции обусловлено высокой концентрацией промышленного потребления электроэнергии на Среднем Урале, а также наличием водных ресурсов, необходимых для охлаждения реакторов, и развитой энергетической инфраструктуры. Особое значение Белоярской АЭС определяется использованием реакторов на быстрых нейтронах БН-600 и БН-800, что придаёт станции статус экспериментально-промышленной базы отечественной атомной энергетики. Станция выполняет функцию базового источника электроэнергии для энергосистемы региона, повышая её устойчивость и снижая зависимость от органического топлива.

Гидроэнергетика занимает в структуре генерации Уральского экономического района относительно ограниченное, но стратегически важное место. Её развитие связано, прежде всего, с использованием

ресурсов бассейна реки Камы, где сосредоточены крупнейшие гидроэлектростанции региона, обеспечивающие выработку электроэнергии, регулирование стока и устойчивость энергосистемы. К числу наиболее значимых объектов относятся Воткинская ГЭС, расположенная в Пермском крае на реке Каме у города Чайковского, с установленной мощностью 1 020 МВт, и Камская ГЭС, находящаяся в Перми, мощность которой составляет около 552 МВт. Размещение гидроэнергетических объектов определяется комплексом природно-географических факторов, включая наличие крупных рек с относительно устойчивым стоком, возможность создания водохранилищ и потребность в регулировании водного режима в интересах промышленности и водоснабжения. Дополнительное значение гидроэнергетики заключается в том, что ГЭС выполняют не только энергетическую, но и водохозяйственную функцию, способствуя смягчению сезонной неравномерности стока, улучшению судоходных условий и повышению надёжности работы энергосистемы

Возобновляемые источники энергии в Уральском экономическом районе развиты ограниченно и пока занимают незначительную долю в структуре генерации. Наиболее заметное направление представлено солнечной энергетикой, которая сосредоточена преимущественно в Оренбургской области и в меньшей степени в Челябинской области. В Оренбургской области действуют Сорочинская солнечная электростанция мощностью 60 МВт, Новосергиевская СЭС «Нептун» мощностью 45 МВт, а также Светлинская СЭС, включающая отдельные очереди мощностью 30 МВт и 25 МВт; совокупная мощность солнечной генерации региона достигала 345 МВт, а затем увеличилась до 370 МВт. В Челябинской области солнечная генерация представлена в значительно меньших масштабах, включая экспериментальные и промышленные объекты небольшой мощности, например станцию мощностью 244 кВт на базе предприятия в Челябинске, а также проекты в Кизильском районе.

Размещение солнечных электростанций определяется более благоприятными природно-климатическими условиями южных районов Урала, где выше инсоляция и больше число солнечных дней по сравнению с северной частью региона. При этом объекты ВИЭ имеют точечный характер, не формируют крупных энергетических узлов и служат скорее дополнением к традиционной системе электроснабжения, основанной на тепловой генерации. Их развитие связано с государственными программами поддержки, задачами диверсификации энергобаланса и повышением экологической устойчивости региональной энергетики. Возобновляемая энергетика в Уральском экономическом районе находится на начальной стадии развития и выполняет вспомогательную функцию, тогда как основная нагрузка по обеспечению электроэнергией по-прежнему ложится на тепловые электростанции.

Современная структура и размещение генерирующих мощностей Уральского экономического района определяются совокупностью факторов: высокой концентрацией промышленности, доступностью топливных ресурсов, наличием водных объектов и развитой транспортной инфраструктурой. Это обеспечивает устойчивое энергоснабжение региона, но одновременно усиливает зависимость от традиционных источников энергии и формирует экологические ограничения [18; 23].

2.3 Пространственная организация электросетевого хозяйства и системообразующие связи

Электросетевое хозяйство представляет собой пространственно-организованную систему, включающую совокупность объектов, обеспечивающих передачу и распределение электроэнергии, а также их территориальное размещение. В её состав входят линии электропередачи, подстанции, распределительные пункты и иные элементы инфраструктуры, которые функционируют во взаимосвязи и образуют единую энергетическую сеть.

Магистральные электрические сети Урала обеспечивают системную связь ОЭС Урала с энергообъединениями Центральной России, Средней Волги, Сибири и Казахстана, выполняя важнейшую интеграционную функцию в межрегиональном обмене электроэнергией. В состав магистральной инфраструктуры входят подстанции напряжением 110, 220 и 500 кВ, а также разветвлённая сеть линий электропередачи, что свидетельствует о высокой технической сложности и пространственной разветвлённости электросетевого хозяйства.

Оперативно диспетчерское управление энергосистемами, входящими в состав ОЭС Урала, осуществляют шесть региональных диспетчерских управлений, а именно Башкирское, Оренбургское, Пермское, Свердловское, Тюменское и Челябинское. Такая организационная структура позволяет координировать режимы работы энергосистем, обеспечивать надёжность электроснабжения и регулировать межрегиональные перетоки мощности.

Существенным изменением в пространственной организации электросетевого хозяйства стало введение института системообразующей территориальной сетевой организации. В Свердловской, Челябинской областях и Пермском крае данный статус получила компания «Россети Урал», на которую возложены функции единого центра ответственности за эксплуатацию и координацию сетевой инфраструктуры. К числу её задач относятся устранение масштабных аварий на сетях других территориальных сетевых организаций, обслуживание бесхозяйных сетей, а также ремонт и обслуживание переданных муниципальных электросетевых объектов. В Республике Башкортостан аналогичные функции выполняет региональная электросетевая компания, что отражает различия в организационной модели управления электросетевым комплексом внутри района [12].

Электросетевое хозяйство Уральского экономического района выполняет не только распределительную, но и системообразующую

функцию, обеспечивая связь между крупными генерирующими объектами, промышленными центрами и соседними энергосистемами. Это особенно важно для региона с высокой концентрацией металлургических, машиностроительных и химических предприятий, для которых бесперебойное электроснабжение является базовым условием функционирования. Компания эксплуатирует воздушные линии электропередачи напряжением 0,4-220 кВ общей протяженностью по трассе 131,9 тыс. км; 11 тыс км кабельных линий электропередачи напряжением 0,4-110 кВ; 1084 подстанций 35-220 кВ общей установленной мощностью 22,9 тыс. МВА; 36 702 трансформаторных подстанций 6-10(35)/0,4 кВ общей установленной мощностью 11 тыс. МВА [5; 11].

2.4 Проблемы и перспективы энергетического комплекса

Проблемы и перспективы энергетического комплекса Уральского экономического района связаны с противоречием между высокой промышленной нагрузкой региона и ограничениями его топливно-энергетической базы. Урал относится к числу наиболее энергоёмких экономических районов России, однако объёмы собственной генерации и состояние части инфраструктуры не в полной мере соответствуют потребностям промышленности. Это проявляется в дефиците резервных мощностей, высокой степени износа оборудования, зависимости от внешних поставок топлива и значительной экологической нагрузке на территорию.

Наибольшую проблему представляет длительный срок эксплуатации ряда крупных тепловых электростанций Уральского экономического района. Рефтинская ГРЭС эксплуатируется с 1970 г., что составляет около 56 лет, Троицкая ГРЭС работает с 1931 г., то есть примерно 95 лет, Ириклинская ГРЭС введена в эксплуатацию в 1974 г., что соответствует около 52 годам работы, а Пермская ГРЭС функционирует с 1986 г., то есть

около 40 лет. Продолжительный срок эксплуатации этих объектов обуславливает необходимость поэтапной модернизации основного оборудования, включая турбины, котлы, трансформаторы и системы автоматического управления.

Не менее важной проблемой выступает зависимость энергетики района от внешних поставок топлива. Хотя на территории Урала имеются отдельные собственные топливные ресурсы, в частности угольные запасы Кизеловского бассейна, их объёмы уже не позволяют в полной мере обеспечить потребности крупной энергетики и промышленности. Поэтому основная часть тепловых электростанций ориентирована на природный газ, поступающий по магистральным трубопроводам из Западной Сибири, прежде всего из Ямало-Ненецкого автономного округа и Ханты-Мансийского автономного округа, а также на уголь, доставляемый из Кузбасса и других угольных районов страны. Такая схема топливоснабжения делает энергетический комплекс зависимым от стабильности межрегиональных поставок, тарифов на транспортировку и конъюнктуры топливного рынка. На практике это означает, что крупнейшие тепловые станции Урала, ряд крупных ТЭЦ Екатеринбурга, Челябинска, Перми и Уфы, функционируют в условиях постоянной зависимости от внешнего топлива. При этом даже незначительное удорожание газа или угля немедленно отражается на себестоимости выработки электроэнергии и тепла, а также на издержках промышленных потребителей. Для Уральского экономического района это особенно существенно, поскольку здесь сосредоточены предприятия металлургии, машиностроения и химической промышленности, для которых непрерывность и предсказуемость энергоснабжения являются базовым условием производства [13].

Важным направлением выступает также развитие электросетевой инфраструктуры, поскольку именно она обеспечивает устойчивую работу всей энергосистемы Уральского экономического района. Обновление

линий электропередачи, прежде всего сетей напряжением 110, 220 и 500 кВ, подстанций и распределительных узлов позволит сократить технологические потери, повысить надёжность электроснабжения и обеспечить более гибкое управление потоками мощности как внутри района, так и в межрегиональном обмене. Для Уральского экономического района это особенно актуально, так как электросетевой каркас должен связывать крупные центры генерации, такие как Рефтинская ГРЭС, Троицкая ГРЭС, Ириклинская ГРЭС, Пермская ГРЭС и Белоярская АЭС, с промышленными узлами Екатеринбурга, Челябинска, Перми, Уфы, Магнитогорска и Нижнего Тагила. Кроме того, сеть обеспечивает передачу электроэнергии в соседние энергосистемы Поволжья, Западной Сибири и Казахстана, что делает её важнейшим элементом межрайонной энергетической интеграции. Модернизация электросетевой инфраструктуры уже рассматривается и частично реализуется в рамках федеральной схемы и программы развития электроэнергетических систем России на 2025-2030 гг., утверждённой в конце 2024 г. В документе предусматриваются цифровизация сетей, развитие межсистемных связей и мероприятия, направленные на повышение надёжности энергосистемы, включая усиление связей между ОЭС Сибири и ОЭС Урала [9].

Экологическая нагрузка для Урала особенно актуальна, поскольку в Челябинской области и ряде промышленных городов Свердловской области периодически фиксируются превышения нормативов качества атмосферного воздуха по отдельным загрязнителям. Превышение этих показателей указывает на ухудшение качества атмосферного воздуха и рост риска для здоровья населения. Перспектива решения этой проблемы связана с поэтапным снижением промышленной нагрузки и модернизацией источников выбросов. Для Урала это означает, прежде всего, реализацию мероприятий федерального проекта «Чистый воздух», в рамках которого в Челябинске, Магнитогорске и Нижнем Тагиле запланировано сокращение выбросов на десятки процентов: в Челябинске

примерно на 23%, в Магнитогорске на 28%, в Нижнем Тагиле на 18,5%. Основные меры решения данной проблемы: перевод части тепловой генерации с угля на природный газ, установка современных систем газоочистки, серо- и азотоочистки, а также непрерывный экологический мониторинг на предприятиях. Уже реализуемые региональные программы предусматривают модернизацию коммунальной и теплоснабжающей инфраструктуры в 2023-2027 гг., а также газификацию населённых пунктов Челябинской области, что должно снизить зависимость от более загрязняющих видов топлива [2].

Немаловажным направлением остаётся расширение использования возобновляемых источников энергии. Хотя потенциал ВИЭ в Уральском экономическом районе пока реализован ограниченно, отдельные территории, прежде всего южные районы Оренбургской и Челябинской областей, обладают условиями для развития солнечной и ветровой энергетики. Дополнительные возможности связаны с малой гидроэнергетикой, а также с использованием вторичных энергетических ресурсов промышленности. Это позволит постепенно диверсифицировать структуру генерации и снизить зависимость от ископаемого топлива. Важно, однако, учитывать, что ВИЭ в Уральском районе могут рассматриваться скорее как дополняющий элемент, а не как основа энергетического баланса. В Артинском городском округе Свердловской области был запущен первый крупный пилотный проект по созданию возобновляемого источника энергии на Среднем Урале – комплекс из трёх солнечных электростанций (СЭС) общей установленной мощностью 37,9 МВт группы компаний «Хевел». Проект сопровождался строительством специализированной подстанции 110 кВ «Чекмаш», которая обеспечивает сбор и выдачу вырабатываемой мощности в единую энергосистему региона. В Артинском районе запущены в работу три солнечные электростанции общей мощностью 37,9 МВт. Это первые и самые крупные объекты солнечной генерации в Свердловской области, а также самый

масштабный пилотный проект возобновляемой энергетики в Уральском федеральном округе. Прогнозируемая выработка электроэнергии составляет около 40 млн кВт·ч в г., что позволяет покрывать значительную часть потребностей региона и местных объектов в периоды максимальной солнечной активности. Для подключения солнечных электростанций к энергосистеме построена подстанция «Чекмаш» напряжением 110 кВ с мощностью 40 МВА, предназначенная исключительно для передачи электроэнергии от трёх СЭС и оснащённая современным отечественным оборудованием. Такой подход трансформирует Артинский проект из локального эксперимента в сфере «зелёной» энергетики в масштабное инфраструктурное и инвестиционное вложение, направленное на интеграцию Свердловской области и Уральского экономического района в общероссийскую стратегию развития возобновляемой энергетики. На Среднем Урале реализуется проект по созданию нового вида энергетического узла, где впервые масштабная солнечная генерация подключается напрямую к региональной энергосистеме. Такая интеграция уменьшает нагрузку на традиционные ТЭС и ГРЭС, а также повышает устойчивость баланса «производство-потребление». На Среднем Урале реализуется проект по созданию нового вида энергетического узла, где впервые масштабная солнечная генерация подключается напрямую к региональной энергосистеме [13; 16].

Уральская энергетика переживает масштабную инфраструктурную перестройку. Начинается подготовительные работы на площадке в Заречном: освобождение территории, формирование строительного полигона, проведение геотехнических и инженерных исследований, создание временной строительной инфраструктуры. Этот этап отличается не только инфраструктурной подготовкой, но и интеллектуальной и кадровой мобилизацией: привлечение специалистов, инженеров и подрядных организаций, включая местные компании Свердловской области, что создаёт предпосылки для длительного и устойчивого

экономического эффекта в регионе. После ввода пятого блока, доля Белоярской АЭС в общем энергобалансе Свердловской области возрастет с текущих 16% до 25%, что существенно повышает надёжность и устойчивость региональной энергосистемы. К 2034 г. предполагается, что Белоярская АЭС с пятью энергоблоками сможет вырабатывать более 20 млрд кВт·ч в год объёма, достаточного для полного энергоснабжения такого крупного промышленного центра, как Екатеринбург, что укрепляет роль Урала как ключевого энергетического узла страны.

Например, в Челябинской области планируется строительство Южно-Уральской атомной электростанции (близ посёлка Метлино, около города Озёрска). Проект включён в Генеральную схему размещения объектов электроэнергетики до 2042 г. Южно-Уральская АЭС будет оснащена реакторами нового поколения-БН («Быстрый нейтрон»), которые отличаются повышенным уровнем безопасности. Строительство АЭС направлено на снятие энергодефицита и обеспечение стабильной мощности для промышленных предприятий, которых в регионе очень много (Челябинский металлургический комбинат, ЧТПЗ, «Уралвагонзавод» и др.). Белоярская АЭС уже показала, насколько атомная энергетика снижает зависимость региона от колебаний цен на топливо и внешних поставок, а новые АЭС усиливают энергетическую независимость Урала. Строительство новых АЭС укрепляет позиции Уральского экономического района: «полигон будущей атомной энергетики» (быстрые реакторы, замкнутый топливный цикл, малые АЭС). Это усиливает его роль в национальной энергетической стратегии.

Также, в июне 2025 г. премьер-министр Башкирии А. Назаров сообщил, что проект АЭС в Агидели могут возобновить и включить в Генеральную схему размещения объектов электроэнергетики на период до 2042 г. Возобновление строительства Башкирской атомной электростанции представляет собой не только региональный, но и межрегиональный стратегический проект, оказывающий комплексное влияние на

энергетическую и экономическую систему Уральского экономического района. Республика Башкортостан, включённая в состав Уральского экономического района, вступает в роль не только потребителя, но и дополнительного генерирующего энергоузла, что усиливает устойчивость и управляемость единой энергетической системы на Урале и за его пределами. С точки зрения энергетического обеспечения, Башкирская АЭС ориентирована на формирование долгосрочного базового энергопокрытия региона с высокой степенью надежности и предсказуемости. Введение в эксплуатацию АЭС, проектная мощность которой предполагает несколько высокоэкономичных энергоблоков, позволит снизить зависимость Уральского района от колебаний цен на уголь и природный газ, а также минимизировать вахтовые и импортные риски, связанные с топливоснабжением традиционных ТЭС и ГРЭС. В совокупности с действующей Белоярской АЭС и перспективной Южно-Уральской АЭС это формирует устойчивый атомный энергетический кластер на Урале, способный обеспечить существенную долю потребностей промышленно нагруженных территорий в электроэнергии.

Возобновление проекта имеет стратегический эффект: стимулирование промышленного и научно-технического развития региона. Строительство и последующая эксплуатация АЭС сопровождаются созданием многочисленных высококвалифицированных рабочих мест, развитием инфраструктуры, включая транспортные и инженерные сети, а также повышением налоговой базы местных и региональных бюджетов.

К 2041 г. планируется строительство АЭС с энергоблоком на быстрых нейтронах мощностью 1255 МВт. Первый реактор должен быть сдан в этот же год, второй в 2042 г. Станция будет расположена в 100 км от Екатеринбурга и в 51 км от действующей Белоярской АЭС.

Данные проекты ориентированы на обеспечение энергетической безопасности региона, развитие современной инфраструктуры энергетического комплекса, снижение степени зависимости от ископаемых

видов топлива, а также на внедрение инновационных технологий в области энергетики.

Формирование энергетики УЭР определялось совокупностью взаимосвязанных факторов, прежде всего промышленной специализацией, богатой минерально-сырьевой базой и выгодным транспортно-географическим положением. На Урал исторически сложился устойчивый и высокий спрос на электроэнергию со стороны чёрной и цветной металлургии, машиностроения и химической промышленности. В современных условиях это предопределяет особую роль энергетического комплекса в обеспечении не только производственной, но и пространственно-экономической целостности региона [11; 13].

Современная электроэнергетика УЭР представляет собой одну из крупнейших территориальных энергосистем страны. По состоянию на 2025 г. суммарная установленная мощность электростанций района составляет около 53,65 ГВт, а годовая выработка электроэнергии в 2024 г. достигла 269,5 млрд кВт·ч, что подтверждает высокую значимость региона в общероссийском энергетическом балансе. При этом структура генерации остаётся резко ориентированной на тепловые электростанции: их доля превышает 92%, тогда как доля атомной, гидро- и возобновляемой энергетики остаётся значительно ниже. Такая структура обеспечивает высокую надёжность базовой генерации, но одновременно усиливает зависимость от традиционных топливных ресурсов и формирует экологические ограничения [3, 19].

Анализ размещения генерирующих мощностей показал, что крупнейшие ТЭС Урала сосредоточены вблизи крупных промышленных центров: Рефтинская ГРЭС, Троицкая ГРЭС, Ириклинская ГРЭС и Пермская ГРЭС играют системообразующую роль в энергоснабжении региона. Значение атомной энергетики определяется, прежде всего, Белоярской АЭС, которая обеспечивает существенную долю энергопотребления Свердловской области. Гидроэнергетика представлена

главным образом Камской и Воткинской ГЭС, а возобновляемые источники энергии пока имеют локальный и вспомогательный характер. Например, в Артинском городском округе реализован крупнейший на Среднем Урале пилотный проект солнечной генерации общей мощностью 37,9 МВт с годовой выработкой около 40 млн кВт·ч, однако в целом доля ВИЭ в энергетическом балансе региона остаётся незначительной.

Выводы по второй главе

Формирование энергетики УЭР обусловлено промышленной специализацией, минерально-сырьевой базой и выгодным транспортно-географическим положением. По состоянию на 2025 г. суммарная установленная мощность района $\approx 53,65$ ГВт; годовая выработка в 2024 г. – 269,5 млрд кВт·ч. Более 92% генерации приходится на тепловые электростанции; атомная, гидро– и возобновляемая энергетика представлены в меньшей степени. Крупнейшие ТЭС (Рефтинская, Троицкая, Ириклинская, Пермская) снабжают промышленные центры; значимая атомная мощность – Белоярская АЭС; гидроэнергетика – Камская и Воткинская ГЭС; ВИЭ пока локальны (солнечная установка в Артинском округе 37,9 МВт, ~ 40 млн кВт·ч/г.).

Сетевые магистрали выполняют системообразующую функцию; их модернизация включена в федеральную программу 2025-30 гг. Основные проблемы – износ оборудования, зависимость от топлива, слабая диверсификация и экологическая нагрузка (цель для Челябинска – снижение выбросов на 45,4%, или 95,7 тыс. тонн; в ряде городов планируется сокращение выбросов $\geq 20\%$ в рамках проекта «Чистый воздух»). Перспективы – модернизация генерирующих мощностей и сетей, цифровизация, увеличение доли низкоуглеродных источников и развитие атомной энергетики (Белоярская, Южно-Уральская, Башкирская АЭС) для повышения энергетической безопасности и снижения экологического давления.

ГЛАВА 3. АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УРАЛЬСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ГЕОГРАФИИ

3.1 Изучение энергетического комплекса в школьном курсе географии

Тема «Энергетический комплекс» занимает значимое место в школьном курсе географии, поскольку относится к числу базовых содержательных линий, раскрывающих структуру хозяйства, особенности территориальной организации производства и ресурсный потенциал страны. В системе школьного географического образования она изучается преимущественно в 9 классе в рамках раздела, посвящённого хозяйству России. Это обусловлено тем, что именно на данном этапе обучения формируются представления об отраслевой структуре экономики, о взаимосвязи природных условий, ресурсов и размещения хозяйственной деятельности, а также о роли межотраслевых комплексов в социально-экономическом развитии государства.

Энергетический комплекс рассматривается как один из ключевых элементов национальной экономики, обеспечивающий функционирование промышленности, транспорта, коммунального хозяйства, сельского хозяйства и социальной сферы. Его изучение позволяет школьникам понять, каким образом добыча, переработка, транспортировка и использование топливно-энергетических ресурсов влияют на развитие территорий, формирование промышленных узлов, размещение населения и уровень экономической безопасности страны. Особое значение тема приобретает в условиях современной трансформации энергетического сектора, связанной с ростом энергопотребления, необходимостью модернизации производственной базы, внедрением ресурсосберегающих технологий и решением экологических проблем.

В структуре курса географии тема располагается после изучения общих закономерностей размещения хозяйства и природных ресурсов, что обеспечивает логическую преемственность и постепенное усложнение материала. Сначала учащиеся знакомятся с общей характеристикой хозяйства России, его отраслевой структурой и факторами размещения производств, а затем переходят к более детальному анализу топливно-энергетического комплекса как одной из ведущих отраслей. В рамках данной темы изучаются состав ТЭК, его основные звенья, виды топливных ресурсов, типы электростанций, особенности размещения предприятий, а также проблемы и перспективы развития отрасли. Такое содержание позволяет не только усвоить теоретические положения, но и увидеть практическую роль энергетики в обеспечении устойчивого функционирования экономики и повседневной жизни населения.

Согласно требованиям ФГОС, изучение данной темы должно быть направлено на достижение предметных, метапредметных и личностных результатов. В предметном аспекте учащиеся должны овладеть знаниями о составе и значении энергетического комплекса, особенностях его отраслевой структуры и географического размещения. Они должны уметь характеризовать топливную промышленность и электроэнергетику, устанавливать взаимосвязи между природно-ресурсной базой, производством и потреблением энергии, а также объяснять территориальные различия в развитии отрасли. Метапредметные результаты связаны с формированием умений работать с различными источниками информации: географическими картами, статистическими таблицами, диаграммами, схемами, текстами и электронными ресурсами. В процессе изучения темы школьники учатся анализировать данные, выявлять закономерности, сравнивать показатели, делать выводы и применять полученные знания при решении учебных и практических задач.

Не менее важным является личностный аспект изучения энергетического комплекса. Данная тема способствует формированию у обучающихся представлений о рациональном природопользовании, энергосбережении, экологической ответственности и значении энергетической безопасности государства. Учащиеся осознают, что развитие энергетики связано не только с удовлетворением экономических потребностей, но и с необходимостью минимизации негативного воздействия на окружающую среду, повышения эффективности использования ресурсов и поиска более устойчивых путей развития. Таким образом, изучение темы имеет выраженный воспитательный потенциал, поскольку формирует ответственное отношение к природе, труду и ресурсам страны.

Отдельные элементы темы рассматриваются и в 10 классе, когда школьники изучают мировое хозяйство и географию отраслей промышленности мира. На этом этапе акцент смещается с хозяйства России на глобальный уровень: учащиеся знакомятся с мировой энергетикой, крупнейшими странами-производителями и потребителями топлива и электроэнергии, особенностями размещения энергетических ресурсов, а также с современными тенденциями развития отрасли. Особое внимание уделяется вопросам энергетической безопасности, международного разделения труда, истощения традиционных ресурсов и перехода к более экологичным источникам энергии.

Такое расширение содержания позволяет показать, что энергетический комплекс является не только важнейшей частью экономики России, но и одной из ключевых отраслей мирового хозяйства. В результате у учащихся формируется более целостное представление о роли энергетики в развитии стран и регионов, а также понимание глобальных проблем, связанных с производством и потреблением энергии.

3.2 Разработка методических рекомендаций по изучению территориальной организации энергетического комплекса Уральского экономического района

Обучение можно считать результативным только в том случае, если оно выстроено как целостная методическая система. Методическая система обучения представляет собой упорядоченную совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых методов, форм и средств организации, проведения, контроля, анализа и корректировки учебного процесса, направленную на повышение его эффективности.

Для современной методической системы обучения характерны:

- научно обоснованное планирование учебного процесса;
- единство и взаимосвязь теоретической и практической подготовки учащихся;
- высокий уровень сложности и достаточно быстрый темп изучения материала;
- активная познавательная деятельность и самостоятельность обучающихся;
- сочетание индивидуальных и коллективных форм работы;
- широкое использование технических средств обучения;
- интеграция содержания различных учебных предметов.

Проецируя методическую систему обучения на отдельную тему можно определить методическую систему, как упорядоченную совокупность целей, содержания, планирования, взаимосвязанных и взаимообусловленных методов и средств обучения, контроля, анализа, корректирования учебного процесса, направленных на формирование знаний и умений учащихся.



Рисунок 13 – Схема методической системы обучения предмету

Изучение данной темы формирует у школьников представление о территориальной организации хозяйства, особенностях топливно-энергетического баланса региона и роли Урала как крупного индустриального узла страны. В ходе рассмотрения темы учащиеся могут на конкретных примерах увидеть, как природные условия и ресурсная база определяют размещение и специализацию энергетических объектов, а также понять, что энергоснабжение региона является основой развития металлургии, машиностроения, химической промышленности и городских агломераций. Особенно важно, что материал позволяет показать не только экономическое значение энергетики, но и её экологические последствия, что способствует формированию у школьников ответственного отношения к природопользованию и окружающей среде. Кроме того, тема обладает высоким образовательным и профориентационным потенциалом. Она помогает школьникам познакомиться с профессиями в энергетике, инженерной сфере, экологии и геоинформационных технологиях, а также развивает навыки анализа карт, схем, диаграмм и статистических данных. Таким образом, изучение энергетического комплекса Уральского экономического района в школе имеет не только предметное, но и практико-ориентированное значение, способствуя формированию целостного представления о развитии региона и перспективах его дальнейшего хозяйственного освоения.

Изучение территориальной организации энергетического комплекса Уральского экономического района целесообразно строить на сочетании системного, картографического, сравнительно-географического и

проблемно-аналитического подходов. Это позволяет рассматривать энергетический комплекс не только как совокупность электростанций и линий электропередачи, но и как важнейший элемент хозяйственной структуры региона, тесно связанный с размещением промышленности, расселением населения, сырьевой базой и экологической ситуацией.

Основная цель изучения темы состоит в том, чтобы сформировать у обучающихся целостное представление о том, как природные условия, ресурсная база и исторически сложившаяся индустриализация определили структуру и размещение энергетического комплекса Урала. Важно показать, что энергетика здесь выступает не только отраслью хозяйства, но и фактором территориальной организации всего промышленного района.

В процессе изучения темы рекомендуется решить следующие задачи:

- раскрыть состав топливно-энергетического комплекса Уральского района;
- выявить основные типы электростанций и особенности их размещения;
- установить связь между энергетикой и промышленной специализацией региона;
- показать роль Урала в единой энергосистеме страны;
- проанализировать экологические последствия концентрации энергетических объектов;
- сформировать умение работать с картами, схемами, статистикой и текстовыми источниками

При изучении темы необходимо обратить внимание на несколько ключевых положений. Во-первых, Уральский экономический район отличается высокой концентрацией энергоёмких производств, прежде всего чёрной и цветной металлургии, машиностроения и химической промышленности, что объективно повышает спрос на электроэнергию. Во-вторых, энергетический комплекс региона исторически формировался как часть индустриального каркаса страны, поэтому его размещение тесно

связано с крупными промышленными узлами Екатеринбурга, Челябинска, Перми, Магнитогорска, Нижнего Тагила, Уфы и Оренбурга. В-третьих, для Урала характерно сочетание различных источников электроэнергии: тепловой, гидр- и атомной генерации, что делает регион особенно удобным для сравнительного анализа. В-четвёртых, важно подчеркнуть, что территориальная организация энергетики на Урале подчинена не только ресурсному фактору, но и потребительскому, транспортному и экологическому факторам.

Для четкого понимания следует составить структуру.

Вводный этап: на первом этапе следует актуализировать знания о топливно-энергетическом комплексе России в целом. Учащимся предлагается вспомнить, какие отрасли входят в ТЭК, чем отличается электроэнергетика от добычи топлива, и почему электроэнергия является универсальным видом энергии для современного хозяйства. На втором этапе (картографический этап) основное внимание уделяется работе с картой. Учащимся следует предложить определить на карте крупнейшие электростанции Урала, направления линий электропередачи, промышленные центры и районы наибольшей концентрации потребления энергии. Такой приём помогает не просто запомнить объекты, а понять их пространственные связи. Третий аналитический этап, где следует перейти от описания к анализу. Учащиеся должны объяснить, почему ТЭС получили преобладание в одних районах Урала, а ГЭС и АЭС в других. Как распределяются энергетические функции между Свердловской, Челябинской, Пермской областями и Республикой Башкортостан; почему именно здесь возникла высокая плотность энергетической инфраструктуры. И последний проблемный этап. Рекомендуется обсудить проблемы: дефицит отдельных видов топлива, экологическую нагрузку, износ оборудования, необходимость модернизации сетей и балансировки энергосистемы. Это позволит перевести изучение темы из уровня фактологии в уровень территориально-экономического мышления.

Для изучения данной темы можно рассмотреть следующие методы: работа с физической, экономической и тематической картами; сравнение отдельных частей Уральского района; анализ статистики производства и потребления электроэнергии; составление схем и таблиц; решение проблемных задач; выполнение мини-проектов и кейсов. Например, можно предложить учащимся задание: «Определите, какие факторы повлияли на размещение Белоярской АЭС и почему она важна для энергоснабжения Свердловской области». Или: «Сравните энергетику Челябинской и Свердловской областей по типам электростанций и уровню потребления энергии»

Важно показать, что энергетический комплекс Урала не является одинаковым на всей территории района. В Свердловской области более заметна роль крупных узлов тепловой и атомной энергетики, в Пермском крае, связи с промышленным производством и транспортной сетью, в Челябинской области высокая нагрузка со стороны металлургии и машиностроения, в Башкортостане сочетание энергетики с нефтепереработкой и химией.

После изучения темы обучающиеся должны:

- объяснять структуру энергетического комплекса Уральского района;
- показывать на карте крупнейшие энергетические объекты;
- устанавливать связи между энергетикой и промышленностью;
- выявлять факторы размещения электростанций;
- оценивать роль региона в энергосистеме России;
- формулировать выводы о проблемах и перспективах развития отрасли.

Методические рекомендации по изучению территориальной организации энергетического комплекса Уральского экономического района направлены на формирование у обучающихся пространственного, отраслевого и проблемного мышления. Наиболее результативным является

сочетание карты, статистики, сравнительного анализа и обсуждения конкретных региональных примеров. Именно такой подход позволяет раскрыть Урал не как абстрактный экономический район, а как сложную территориальную систему, в которой энергетика выступает важнейшим фактором промышленного развития и пространственной организации хозяйства.

Таблица 6 – Компоненты методической системы изучения темы
«Энергетический комплекс Уральского экономического района»

Элемент методической системы	Содержание
Цель обучения	Формирование у обучающихся целостного представления о территориальной организации энергетического комплекса Уральского экономического района. Его значении в хозяйственной системе региона и страны, а также о взаимосвязях энергетики с природно-ресурсными условиями, промышленным развитием и экологической ситуацией.
Содержание образования	Раскрытие понятия и структуры топливно-энергетического комплекса. Изучение особенностей территориальной организации энергетического комплекса Уральского экономического района; рассмотрение основных типов электростанций и закономерностей их размещения; выявление связи энергетики с промышленной специализацией региона; определение роли Урала в единой энергетической системе страны; анализ экологических последствий концентрации энергетических объектов; характеристика региональных различий и перспектив развития энергетического комплекса.
Методы обучения	Системный, картографический, сравнительно-географический и проблемно-аналитический методы; работа с картами, схемами, таблицами и статистическими материалами; решение проблемных задач; выполнение мини-проектов и кейс-заданий; анализ конкретных региональных ситуаций.
Средства обучения	Физические, экономические и тематические карты; схемы размещения электростанций; таблицы, диаграммы и статистические данные; учебник и текстовые источники; картосхемы; мультимедийные презентации; наглядные материалы.
Организационные формы учебного процесса	Фронтальная, индивидуальная, парная и групповая формы работы; урок изучения нового материала; практическая работа с картой; урок с элементами проблемного обсуждения, проектная деятельность.

3.3 Пример учебного занятия (урока) по теме «Энергетический комплекс Уральского экономического района»

На основе материалов, представленных во второй главе, был разработан и апробирован урок для обучающихся 9 класса, посвящённый изучению энергетического комплекса Уральского экономического района. Содержание занятия, его цели, методы и формы организации учебной деятельности были подобраны с учётом возрастных особенностей девятиклассников и требований школьной программы. Вместе с тем разработанный урок обладает универсальным характером и может быть использован также в 10-11 классах при изучении тем, связанных с хозяйством России, топливно-энергетическим комплексом, территориальной организацией промышленности и региональными особенностями развития экономики.

Разработанный урок был проведён в ходе педагогической практики. Занятие прошло успешно: обучающиеся проявили интерес к теме, активно включались в работу, уверенно выполняли предложенные задания и справились с ними в полном объёме. Это подтвердило, что содержание урока является доступным для учащихся, а выбранные методы и формы работы способствуют эффективному усвоению материала и достижению планируемых результатов обучения.

ФИО: Антонова Елизавета Михайловна

Предмет: География

9-11 классы

Тема урока: Энергетический комплекс Уральского экономического района

Разработано автором: Антоновой Е.М. – выпускная работа по теме «Территориальная организация энергетического комплекса Уральского экономического района».

Тип урока: комбинированный.

⁷⁹ **Цель:** сформировать у учащихся понимание понятия «энергетический комплекс Уральского экономического района» и его территориальной организации.

Задачи урока:

1. Образовательная – Сформировать у обучающихся представление о структуре энергетического комплекса Уральского экономического района: виды и роль основных источников энергии (АЭС, ГЭС, ТЭЦ, СЭС), их территориальное размещение и причины такого размещения; познакомить с ключевыми показателями.
2. Развивающая – Развивать умение работать с картой и учебными/научными источниками, анализировать пространственные и ресурсные факторы размещения электростанций, делать выводы и обобщения на основе фактических данных, а также представлять результаты исследования в виде краткого аргументированного рассказа

3. Воспитательные – Воспитывать интерес к географии родного края, его экономике и экологии, а также к особенностям энергетического комплекса Уральского экономического района.

Планируемые результаты:

Личностные УУД: осознавать значение энергетических ресурсов и инфраструктуры родного региона для уровня жизни и экономического развития; понимать, формировать ответственное отношение к рациональному использованию энергии и природных ресурсов.

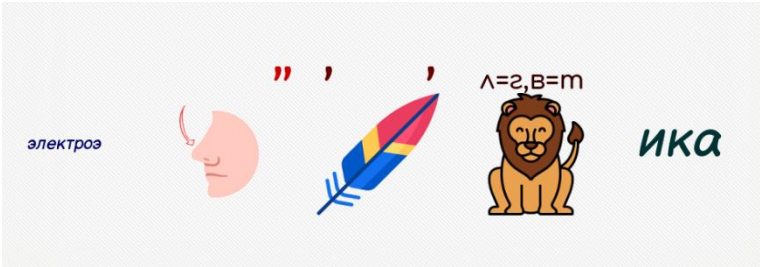
Метапредметные УУД:

- **Познавательные:** умение работать с различными источниками информации (презентация, статистические данные, диаграммы, карты), анализировать, сравнивать, делать выводы.
- **Регулятивные:** умение планировать и выполнять учебное задание в соответствии с поставленной целью.
- **Коммуникативные:** развёрнуто и логично излагать свою точку зрения.

Предметные:

- **Знать:** раскрывать понятие энергетического комплекса региона, его основные элементы (АЭС, ГЭС, ТЭЦ, СЭС), их функции и показатели, знать причины и факторы размещения электростанций в УЭР
- **Уметь:** анализировать размещение и роль различных типов электростанций в энергобалансе УЭР, выявлять факторы, влияющие на выбор местоположения, делать простые расчёты доли установленной мощности в общем балансе и аргументированно формулировать предложения по оптимизации размещения энергоблоков.
- **Оборудование** мультимедийный проектор, презентация, компьютер, интерактивная доска.

Таблица 7 – Технологическая карта урока

Этап урока	Деятельность учителя	Деятельность обучающихся	УДД
1. Организационный этап (1 мин.) Цель: подготовка обучающихся к включению в учебную деятельность на личностно значимом уровне	Приветствует детей. «Здравствуйте, ребята! Как настроение? Проверьте, пожалуйста: у всех ли на партах тетрадь, ручка и учебник? Начинаем урок: сядьте ровно и поднимите глаза на доску».	Проверяют готовность к уроку. Настраиваются на урок.	Л: Формирование уважения к учителю и сверстникам, создание условий для усвоения правил поведения и настроения на учебную деятельность. Р: Освоение социальных норм, правил поведения.
2. Целеполагание, мотивация учебной деятельности (3 мин.) Цель: выработка внутренней готовности выполнения нормативных требований учебной деятельности	Предлагаю вместе угадать «слово дня». Оно спрятано в ребусе.  Рассмотрим сегодня конкретно энергетический комплекс нашего экономического района. Запишите тему «Энергетический комплекс Уральского экономического района». Исходя из темы, какая сегодня цель на урок?	Дети угадывают слово «Энергетика» Самостоятельно формулируют цель урока «Изучить тему энергетический комплекс Уральского экономического района»	Л: Осознание своих возможностей Р: Умение регулировать свои действия. П: Освоение и произвольное построение речевого высказывания в устной форме

Продолжение таблицы 7

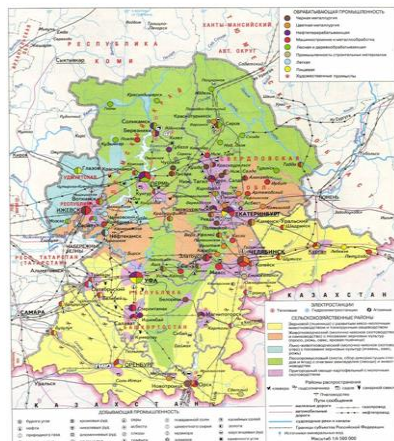
3. Актуализация знаний (3 мин.) Цель: Подготовить мышление обучающихся и организовать осознание ими внутренних потребностей к построению нового способа действия.	Мы уже вместе изучили топливно-энергетический комплекс и отдельно рассмотрели отрасль энергетики. Предлагаю вспомнить: какие электростанции вы запомнили? Учащиеся должны назвать источник энергии/топливо, время работы (указывая, может ли станция функционировать постоянно или зависит от времени и условий) территориальную организацию, Экологическое преимущество или недостаток станции. «5» - все факторы названы. Верно, и без ошибок. «4» - испытал затруднение с одной характеристикой, но после уточняющего вопроса учителя смог правильно ответить. «3» - не смог назвать два фактора и не ответил на уточняющие вопросы учителя.	ТЭС, АЭС, ГЭС и СЭС, ВЭС. ТЭС. Работает на топливе (нефть, газ, уголь); самая распространённая; главный – наличие потребителя (города, предприятия), так как горячую воду для отопления нельзя подавать на большие расстояния может работать постоянно; загрязняет воздух главный фактор распространения - наличие потребителя (города, предприятия), так как горячую воду для отопления нельзя подавать на большие расстояния. Может работать постоянно; загрязняет воздух. АЭС. Использует ядерное топливо; даёт очень много энергии; работает постоянно; требует высокой безопасности, находится в отдалённых районах мощного потребителя. Есть риск аварий. ГЭС. Работает на энергии воды; экологически чистая; зависит от уровня воды в реке; строится на крупных реках с перепадом высот	Л: Формирование границ собственного знания и незнания П: Осознанное и произвольное построение речевого высказывания в устной форме Р: Умение концентрировать внимание и настроиться на работу.
--	---	---	--

Продолжение таблицы 7

4. Первичное усвоение новых знаний. (15 минут) Цель: дать детям конкретное представление об изучаемых фактах; добиться от обучающихся восприятия, осознания, первичного обобщения и систематизации новых знаний; вырабатывать соответствующие ЗУНы	Дети, вы знаете, какие субъекты входят в Уральский экономический район? Кто хочет показать на карте? Назовите их «столицы»/центры Карта Уральского экономического района, состоящая из семи субъектов, обозначенных цифрами в черных овалах: 1 (Башкортостан), 2 (Удмуртия), 3 (Свердловская область), 4 (Челябинская область), 5 (Курганская область), 6 (Оренбургская область), 7 (Пермский край). Уральский экономический район является одним из крупнейших потребителей электроэнергии в России: здесь ежегодно потребляется около 2695млрд кВт.ч, что составляет примерно 22% от общего потребления страны. Как думаете, с чем это связано?	Ученик у доски показывает следующие субъекты и по возможности их «столицы»/центры Башкортостан (столица – Уфа) и Удмуртия (столица – Ижевск). Свердловская (центр – Екатеринбург), Челябинская (центр – Челябинск), Курганская (центр – Курган), Оренбургская (центр – Оренбург). Пермский (столица – Пермь). Связано с высокой концентрацией промышленности)	П: Осознанное произвольное построение речевого высказывания в устной форме. Р: Формируются умения планировать свою деятельность в соответствии с целевой установкой, выполнять пробные учебные действия. К: Развиваются умения слушать и понимать речь других, строить понятные для собеседника высказывания
---	---	--	--

Продолжение таблицы 7

Правильно, ребята! Это связано с тем, что на Урале сосредоточена высоконцентрированная энергоёмкая промышленность:



- **Металлургия** - Магнитогорский, Челябинский, Нижнетагильский металлургические комбинаты, цветная металлургия (медь, никель, алюминий).
- **Горнодобывающая промышленность** – добыча железной руды, меди, никеля, угля (Челябинский угольный бассейн).
- **Тяжёлое машиностроение** – Уралмаш, тракторные заводы, оборонная промышленность.
- **Крупные промышленные города** – Екатеринбург, Челябинск, Уфа, Пермь, Магнитогорск с общей численностью населения более 5 млн человек. Именно поэтому Урал потребляет большую часть всей электроэнергии России – здесь производят металл, машины, оборудование для всей страны!

Продолжение таблицы 7

5. Первичная проверка понимания (10 мин.) Цель: установить правильность и осознанность усвоения учебного материала.	Мы уже вспомнили, что тепловые электростанции (ТЭС) работают на разном топливе: угле, природном газе, мазуте и торфе. Благодаря этому их можно размещать практически в любых районах страны. ТЭС строятся относительно быстро и стоят дешевле, чем ГЭС и АЭС. Они могут иметь большую мощность и обеспечивать производство недорогой электроэнергии. В ходе рассказа, детям предлагается заполнить таблицу <table data-bbox="427 667 824 1257"> <tr> <th>Название</th><th>Расположение</th><th>Мощность</th><th>Топливо</th></tr> <tr> <td>Рефтинская ГРЭС</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Иришлинская ГРЭС</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Троицкая ГРЭС</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Верхнетагильская ГРЭС</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Пермская ГРЭС</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Челябинская ТЭЦ-1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Челябинская ТЭЦ-2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Челябинская ТЭЦ-3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Уфимская ТЭЦ-2</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Название	Расположение	Мощность	Топливо	Рефтинская ГРЭС				Иришлинская ГРЭС				Троицкая ГРЭС				Верхнетагильская ГРЭС				Пермская ГРЭС				Челябинская ТЭЦ-1				Челябинская ТЭЦ-2				Челябинская ТЭЦ-3				Уфимская ТЭЦ-2				<table data-bbox="1279 667 1758 1233"> <tr> <th>Название</th><th>Расположение</th><th>Мощность</th><th>Топливо</th></tr> <tr> <td>Рефтинская ГРЭС</td><td>посёлок Рефтинский, Свердловская область</td><td>более 3 800 МВт</td><td>Уголь</td></tr> <tr> <td>Иришлинская ГРЭС</td><td>посёлок Энергетик, Оренбургская область</td><td>более 2 400 МВт</td><td>природный газ, резервное топливо</td></tr> <tr> <td>Троицкая ГРЭС</td><td>город Троицк, Челябинская область</td><td>около 2 000 МВт</td><td>Уголь</td></tr> <tr> <td>Верхнетагильская ГРЭС</td><td>город Верхний Тагил, Свердловская область</td><td>около 1 500 МВт</td><td>уголь, газ</td></tr> <tr> <td>Пермская ГРЭС</td><td>город Добрявка, Пермский край</td><td>3 240 МВт</td><td>природный газ</td></tr> <tr> <td>Челябинская ТЭЦ-1</td><td rowspan="3">город Челябинск, Челябинская область</td><td>1. 133,8 Мвт</td><td>1. природный газ</td></tr> <tr> <td>Челябинская ТЭЦ-2</td><td>2. 320 МВт</td><td>2. бурый уголь</td></tr> <tr> <td>Челябинская ТЭЦ-3</td><td>3. 593 Мвт</td><td>3. природный газ</td></tr> <tr> <td>Уфимская ТЭЦ-2</td><td>город Уфа, Республика Башкортостан</td><td>более 500 МВт</td><td>природный газ</td></tr> </table>	Название	Расположение	Мощность	Топливо	Рефтинская ГРЭС	посёлок Рефтинский, Свердловская область	более 3 800 МВт	Уголь	Иришлинская ГРЭС	посёлок Энергетик, Оренбургская область	более 2 400 МВт	природный газ, резервное топливо	Троицкая ГРЭС	город Троицк, Челябинская область	около 2 000 МВт	Уголь	Верхнетагильская ГРЭС	город Верхний Тагил, Свердловская область	около 1 500 МВт	уголь, газ	Пермская ГРЭС	город Добрявка, Пермский край	3 240 МВт	природный газ	Челябинская ТЭЦ-1	город Челябинск, Челябинская область	1. 133,8 Мвт	1. природный газ	Челябинская ТЭЦ-2	2. 320 МВт	2. бурый уголь	Челябинская ТЭЦ-3	3. 593 Мвт	3. природный газ	Уфимская ТЭЦ-2	город Уфа, Республика Башкортостан	более 500 МВт	природный газ	П: Умение ориентироваться в содержании предмета, использовать информацию для решения учебной задачи Р: Умение делать выводы по результатам работы
Название	Расположение	Мощность	Топливо																																																																														
Рефтинская ГРЭС																																																																																	
Иришлинская ГРЭС																																																																																	
Троицкая ГРЭС																																																																																	
Верхнетагильская ГРЭС																																																																																	
Пермская ГРЭС																																																																																	
Челябинская ТЭЦ-1																																																																																	
Челябинская ТЭЦ-2																																																																																	
Челябинская ТЭЦ-3																																																																																	
Уфимская ТЭЦ-2																																																																																	
Название	Расположение	Мощность	Топливо																																																																														
Рефтинская ГРЭС	посёлок Рефтинский, Свердловская область	более 3 800 МВт	Уголь																																																																														
Иришлинская ГРЭС	посёлок Энергетик, Оренбургская область	более 2 400 МВт	природный газ, резервное топливо																																																																														
Троицкая ГРЭС	город Троицк, Челябинская область	около 2 000 МВт	Уголь																																																																														
Верхнетагильская ГРЭС	город Верхний Тагил, Свердловская область	около 1 500 МВт	уголь, газ																																																																														
Пермская ГРЭС	город Добрявка, Пермский край	3 240 МВт	природный газ																																																																														
Челябинская ТЭЦ-1	город Челябинск, Челябинская область	1. 133,8 Мвт	1. природный газ																																																																														
Челябинская ТЭЦ-2		2. 320 МВт	2. бурый уголь																																																																														
Челябинская ТЭЦ-3		3. 593 Мвт	3. природный газ																																																																														
Уфимская ТЭЦ-2	город Уфа, Республика Башкортостан	более 500 МВт	природный газ																																																																														

Продолжение таблицы 7

	Рефтинская ГРЭС (Свердловская область) – крупнейшая в России угольная тепловая электростанция и вторая по мощности в стране. Установленная электрическая мощность – 3800 МВт, тепловая – 350 Гкал/ч. Основное топливо – каменный уголь, резервное – мазут. Состоит из 10 энергоблоков: шести по 300 МВт и четырёх по 500 МВт. Обеспечивает до 40% потребления электроэнергии в Свердловской области. Играет ключевую роль в энергоснабжении Свердловской, Тюменской, Пермской и Челябинской областей. Ириклинская ГРЭС (Оренбургская область) – самая мощная электростанция на Южном Урале. Установленная электрическая мощность – 2482,5 МВт (в том числе гидроэлектростанция – 22,5 МВт). Основное топливо – природный газ, резервное – мазут. Снабжает электроэнергией Оренбургскую область, Челябинскую область и республику Башкортостан. Экспортирует электроэнергию в Казахстан.» Троицкая ГРЭС Троицкая ГРЭС расположена в городе Троицк, Челябинская область. Это тепловая электростанция, работающая по типу ГРЭС – государственной районной электростанции.		
--	---	--	--

Продолжение таблицы 7

	Установленная электрическая мощность станции составляет около 2000 МВт. Основное топливо, на котором она работает – уголь, Станция состоит из 4 энергоблоков, каждый из которых имеет мощность 300 МВт. Зона энергоснабжения Троицкой ГРЭС охватывает Челябинскую область и республику Башкортостан. Владелец станции – ПАО «Троицкая ГРЭС», которое входит в группу «Интер РАО». Особенность Троицкой ГРЭС – она обеспечивает электроэнергией промышленные предприятия Троицкого района, что очень важно для развития промышленности Южного Урала.» Верхнетагильская ГРЭС расположена в городе Нижний Тагил, Свердловская область. Это тепловая электростанция, работающая по типу ГРЭС – государственной районной электростанции. Установленная электрическая мощность станции составляет 1500 МВт. Основное топливо, на котором она работает – природный газ, а резервное топливо – уголь. Станция состоит из 6 энергоблоков, каждый из которых имеет мощность 300 МВт. Зона энергоснабжения Верхнетагильской ГРЭС охватывает Свердловскую область, город Нижний Тагил и металлургические заводы региона. Владелец станции – ПАО «Верхнетагильская ГРЭС», которое входит в группу «Энел Россия».		
--	--	--	--

Продолжение таблицы 7

	Особенность Верхнетагильской ГРЭС – она обеспечивает электроэнергией Нижнетагильский металлургический комбинат, что очень важно для развития чёрной металлургии на Среднем Урале.» Пермская ГРЭС (Пермский край) – входит в пятёрку крупнейших тепловых электростанций России и является крупнейшим поставщиком электроэнергии Пермского края. Установленная электрическая мощность – 2240 МВт, тепловая – 620 Гкал/ч. Основное и резервное топливо – природный газ. На её долю приходится почти 40% энерго мощностей Прикамья. Самостоятельно запишите в таблицу про Челябинскую ТЭЦ-1,2,3 и Цфимсуцу ТЭЦ-2 Теперь вы знаете, где расположены самые мощные тепловые электростанции нашего Уральского экономического района. Кто может показать их на карте? Если нужно, можете взять с собой тетрадь, чтобы подсмотреть их расположение.	Заполняют самостоятельно таблицу	
--	---	---	--

Продолжение таблицы 7

	Как думаете есть ли на территории нашего района атомные станции? Атомная энергетика в Уральском экономическом районе представлена Белоярской АЭС, которая находится в Свердловской области, близ города Заречный. Её установленная мощность – 1 485 МВт. Станцию разместили здесь из за большого промышленного спроса на электроэнергию в Среднем Урале, наличия водных ресурсов для охлаждения реакторов и развитой энергетической инфраструктуры. Особая ценность Белоярской АЭС в том, что на ней используются реакторы на быстрых нейтронах – БН-600 и БН-800; это делает станцию экспериментально промышленной базой российской атомной энергетики. Белоярская АЭС служит базовым источником электроэнергии для региональной энергосистемы, повышая её надёжность и уменьшая зависимость от органического топлива. Объясните, какие факторы влияли на выбор места для строительства Белоярской АЭС. Проанализируйте, как наличие АЭС влияет на энергетическую безопасность региона и зависимость от органического топлива. Гидроэнергетика в Уральском экономическом районе занимает сравнительно небольшую долю в общей генерации, но имеет большое стратегическое значение.	Место выбрали из-за высокой промышленной нагрузки: в Среднем Урале сосредоточены металлургические комбинаты, чёрная и цветная металлургия, крупные машиностроительные и металлоторговые предприятия (например, Магнитогорский металлургический комбинат и другие заводы региона), которые требуют больших и стабильных объёмов электроэнергии.	
--	--	---	--

Продолжение таблицы 7

	Её развитие сосредоточено на бассейне реки Камы, где размещены крупнейшие ГЭС региона, которые обеспечивают выработку электроэнергии и регулируют сток, повышая устойчивость энергосистемы. К ключевым объектам относятся Воткинская ГЭС в Пермском крае на реке Каме у города Чайковского с установленной мощностью 1 020 МВт и Камская ГЭС в Перми с мощностью около 552 МВт. Места для строительства гидроэнергетических сооружений выбирали на основе природно географических условий: наличие крупных рек с относительно устойчивым стоком, возможности создания водохранилищ и потребности в регулировании водного режима для промышленности и водоснабжения. Помимо генерации, ГЭС выполняют важные водохозяйственные функции – сглаживают сезонную неравномерность стока, улучшают судоходство и повышают надёжность работы энергетической системы региона. Теперь рассмотрим конкретно по России. Почему в Уральском экономическом районе уровень освоения гидроэнергетического потенциала ниже, чем в Северо-Кавказском экономическом районе? ГЭС выгоднее строить на реках с большим падением и расходом воды. Главное достоинство ГЭС – использование возобновляемого вида энергоресурсов, поэтому они производят самую дешевую электроэнергию. Работа ГЭС позволяет экономить 60	Нужны были водные ресурсы: близость рек и водоёмов обеспечивает охлаждение реакторов и конденсаторов, что критично для безопасной работы АЭС. Важна инфраструктура и кадры: развитые высоковольтные сети, транспорт для поставок оборудования и наличие квалифицированных инженеров и научных учреждений поддерживали размещение станции. Эффект для региона: Белоярская АЭС (1 485 МВт) даёт базовую генерацию для промышленных потребителей, повышая надёжность энергоснабжения и снижая зависимость от угля и газа.	
--	---	---	--

Продолжение таблицы 7

	млн. т топлива в год. Она снижает выбросы в атмосферу. Мощность ГЭС больше, чем у ТЭС. Возобновляемые источники энергии в Уральском экономическом районе пока развиты слабо и занимают небольшую долю в общем объеме генерации. Наиболее заметны солнечные электростанции, которые сосредоточены главным образом в Оренбургской области и в гораздо меньшей степени в Челябинской области. В Оренбургской области действуют Сорочинская СЭС мощностью 60 МВт, Новосергиевская СЭС «Нептун» – 45 МВт, а также Светлинская СЭС, состоящая из очередей по 30 МВт и 25 МВт; суммарная мощность солнечной генерации региона составляла около 345 МВт и впоследствии выросла до примерно 370 МВт. В Челябинской области солнечная генерация представлена точечными объектами небольшой мощности: например, опытная или промышленная станция мощностью 244 кВт в Челябинске и отдельные проекты в Кизильском районе. Выбор мест для СЭС определяется более благоприятными природно климатическими условиями южных районов Урала – там выше инсоляция и больше солнечных дней, чем на севере региона. При этом объекты возобновляемой энергетики остаются точечными и не формируют крупных энергетических узлов, служа, в основном, дополнением к традиционной системе, основанной на тепловой генерации. Развитие ВИЭ поддерживается государственными	На Урале процент ниже, потому что там реки небольшие, с малым расходом воды и небольшими перепадами высот, поэтому строить мощные ГЭС сложно. А на Северном Кавказе Реке горные, с большим уклоном и быстрым течением, поэтому условия для гидроэнергетики лучше и потенциал используется более полно	
--	---	--	--

Продолжение таблицы 7

	программами, направленными на диверсификацию энергобаланса и повышение экологической устойчивости. В целом возобновляемая энергетика региона находится на начальной стадии и выполняет вспомогательную роль, тогда как основная нагрузка по выработке электроэнергии по-прежнему лежит на тепловых электростанциях.		
6. Физминутка (2 мин) Цель: предотвращать нарушение зрения, снимать застойные явления от длительного сидения	Ребята, быстро встаём, нужно размять глазки! Встаньте ровно, руки опустите. Глубокий вдох – потянулись вверх и опустились ГИМНАСТИКА ДЛЯ ГЛАЗ  1. Быстро поморгайте в течение 1-2 минут. Больше глаза увлажнятся, а в глазных мешках уберется краснота. 2. Нарисуйте носиком, закройте веки, повторите салют цифры. Выполните 5-7 раз. 3. Нарисуйте крестиком. Сначала смотрите в левый верхний угол, а затем медленно переключайте взгляд в правый нижний, а потом наоборот. Повторите 10 раз. 4. Зафиксируйтесь на 5 секунд, а затем широко откройте глаза. Повторите 5-7 раз. 5. Найдите любую ветку на окне. Сначала посмотрите на нее, а потом переведите взгляд вдаль. Выполните 10 раз. 6. Вытяните руку. Медленно приближайте указательный палец к кончику носа, пока не почувствуете, что он дрожит. Затем отведите палец назад. Повторите действие 10 раз. 7. Аккуратно помассируйте закрытые веки. Упражнение завершит процесс снятия напряжения с глаз.	Слушают и повторяют за учителем	Р: Планировать свою деятельность
6. Первичное закрепление (15 мин.) Цель: изменить вид деятельности, ослабить наступающее утомление	Спроектируем энергокомплекс УЭР» Требуется выбрать на карте территории Уральского экономического района места для ГЭС, АЭС, ТЭЦ и СЭС, обосновать выбор и оценить плюсы и минусы.	Выполняют работу в группах и презентуют задание в классе.	П: Анализировать, сравнивать, делать выводы. К: Умение договариваться и выражать мысли

Продолжение таблицы 7

93

	Разделитесь на 4 группы: ГЭС, АЭС, ТЭЦ, СЭС. . В ваш проект должно входить: район / ближайший город; причины выбора (2–3: природно-географические и инфраструктурные); требуемые ресурсы (вода, топливо, линии электропередачи, кадры); возможные негативные последствия (экология, переселения, конфликты землепользования); оценка уместности 1–5 (1 – не подходит, 5 – очень подходит). Ориентиры: ГЭС: крупная река с устоявшимся стоком, возможность водохранилища, близость промышленных потребителей. АЭС: удалённость от плотной жилой застройки, водные ресурсы для охлаждения, развитая энергосеть и транспорт, кадры. ТЭЦ: близость промышленных и жилых потребителей (для тепла), доступность топлива, логистика. СЭС: южные районы с высокой инсоляцией (Оренбургская обл.), свободные земли, возможность подключения к сети.		
--	---	--	--

Продолжение таблицы 7

	Критерии оценки (12 баллов): корректность факторов и аргументации – 0-6; логичность размещения – 0-4; презентация и работа в группе – 0-2.		
8. Домашнее задание Цель: обеспечить дальнейшее самостоятельное применение полученных на уроке знаний и навыков	Найдите и отметьте на карте все электростанции, упомянутые в конспекте урока: Рефтинская ГРЭС, Ириклинская ГРЭС, Троицкая ГРЭС, Верхнетагильская ГРЭС, Пермская ГРЭС, Челябинская ТЭЦ-1,2,3, Уфимская ТЭЦ-2, Белоярская АЭС, Воткинская ГЭС 	Дома выполняют задание на карте.	Л: Осознание своих возможностей.

Продолжение таблицы 7

7. Рефлексия Цель: Оценить ученикам собственную учебную деятельность. Учителю подвести итог проделанной работе на уроке	«ПАУЧОК»  Что тебе понравилось на уроке больше всего? За что бы ты себя похвалил на уроке? Где ты применишь полученные знания? С кем тебе было интересно работать в паре/группе? Кто и как тебе помогал на уроке при решении задач? Какие уже из имеющихся у тебя знания понадобились на уроке?		Л: Осознавать успешность своей деятельности Р: Умение оценить собственную деятельность
--	---	--	--

Вывод по третьей главе

По материалам второй главы была разработана методическая основа урока по теме «Энергетический комплекс Уральского экономического района», включающая цели, содержание, методы, средства обучения, организационные формы и ожидаемые результаты. Дополнительно была составлена технологическая карта, которая позволила последовательно выстроить этапы занятия и обеспечить его соответствие требованиям ФГОС, а также возрастным особенностям учащихся. Такая структура урока способствует не только усвоению новых знаний, но и формированию у школьников умений анализировать, сопоставлять и применять географическую информацию на практике.

Разработанный урок предназначен, прежде всего, для 9 класса, однако его содержание может быть использовано и в 10–11 классах при изучении тем, связанных с хозяйством России, энергетикой и территориальной организацией промышленности. Это подтверждает универсальность и методическую ценность работы.

Проведение урока в ходе педагогической практики показало его эффективность. Обучающиеся проявили заинтересованность, активно включались в работу, справились с заданиями и продемонстрировали понимание изучаемого материала. Полученные результаты подтвердили, что выбранные методы и формы организации обучения являются удачными, содержание урока – доступным и значимым для обучающихся.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённого исследования определены особенности территориальной организации энергетического комплекса Уральского экономического района и выявлены ключевые направления его дальнейшего развития. В ходе исследования мы получили следующие выводы:

1. Проведённый теоретический анализ позволил уточнить содержание понятия территориальной организации энергетики, раскрыть структуру топливно-энергетического комплекса и определить его ключевую роль в формировании пространственной структуры хозяйства. Установлено, что размещение энергетических объектов определяется совокупностью природно-ресурсных, потребительских, транспортных и экологических факторов, находящихся в тесном взаимодействии.

2. Было выявлено, что территориальная организация ТЭК России определяется комплексом факторов: природно-ресурсным базисом (сырьевой фактор), потребительским спросом (потребительский фактор), инфраструктурными возможностями (транспортный фактор) и экологическими ограничениями (экологический фактор). Выявленная пространственная асимметрия между регионами добычи и потребления энергоресурсов обуславливает стратегическую необходимость развития магистральной инфраструктуры и обеспечения энергетической безопасности страны в условиях технологического суверенитета и санкционного давления.

Анализ территориальной организации энергетического комплекса Уральского экономического района показал, что регион характеризуется высокой концентрацией промышленного производства и энергопотребления, доминированием тепловой генерации и выраженной зависимостью от привозных топливных ресурсов. Выявлена

пространственная специфика энергосистемы, связанная с развитой сетевой инфраструктурой и межрегиональными энергетическими связями.

3. В ходе исследования обоснованы ключевые проблемы функционирования энергетики региона, включая высокий уровень износа основных фондов, значительную экологическую нагрузку и структурную зависимость от традиционных видов топлива. Определены приоритетные направления развития, среди которых модернизация энергетических мощностей, повышение энергоэффективности, оптимизация территориальной структуры и расширение использования возобновляемых источников энергии.

4. Практическая значимость работы выражается в разработке методических рекомендаций по изучению энергетического комплекса Уральского экономического района в школьном курсе географии. Предложенный подход ориентирован на формирование у обучающихся системного географического мышления, развитие навыков анализа пространственной информации и работы с картографическими и статистическими источниками. Нами была разработана методическая основа урока по теме «Энергетический комплекс Уральского экономического района», включающая цели, содержание, методы, средства обучения, организационные формы и ожидаемые результаты. Дополнительно была составлена технологическая карта, которая позволила последовательно выстроить этапы занятия и обеспечить его соответствие требованиям ФГОС, а также возрастным особенностям обучающихся.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аналитические материалы по электроэнергетике РФ : электронный ресурс / Российское энергетическое агентство Минэнерго России. – URL: <https://rosenergo.gov.ru> (дата обращения: 10.01.2026).
2. Анализ состояния электроэнергетики Уральского федерального округа / О. В. Байкова, Д. А. Кулаков // Вестник науки и техники. – 2019. – № 12. – С. 45–52.
3. Большой Урал : социально-экономические и пространственные изменения в первые десятилетия XXI века / под ред. Ю. Г. Лавриковой ; Институт экономики УрО РАН. – Екатеринбург : УрО РАН, 2024. – 607 с. – ISBN 978-5-7691-2582-9.
4. Введение в специальность. Электроэнергетика и электротехника : учебное пособие / Г. Л. Демидова, Д. В. Лукичев. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2016. – 108 с. – URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2032.pdf> (дата обращения: 02.03.2026).
5. Выработка и потребление электроэнергии в ОЭС Урала : электронный ресурс / Интерфакс-Урал. – URL: <https://www.interfax-russia.ru/ural> (дата обращения: 03.03.2026).
6. Годовой отчёт 2024 : электронный ресурс / ПАО «Россети Урал». – URL: <https://report2024.rosseti-ural.ru> (дата обращения: 04.03.2026).
7. Каримов, Д. А. Развитие федеральных округов как вариант совершенствования государственного управления / Д. А. Каримов // Государственная власть и местное самоуправление. – 2009. – № 5. – С. 5–13.
8. Мастепанов, А. М. Перспективы российского экспорта энергоресурсов в условиях низкоуглеродного развития мировой экономики / А. М. Мастепанов // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2022. – № 10. – С. 52–55.

9. Нафикова, Л. Ш. Методический подход к оценке устойчивого развития компаний топливно-энергетического комплекса / Л. Ш. Нафикова // Российский внешнеэкономический вестник. – 2024. – № 14. – С. 3–9.
10. Национальный проект «Международная кооперация и экспорт» : электронный ресурс / Российский экспортный центр. – URL: <https://www.exportcenter.ru/> (дата обращения: 26.04.2025).
11. Общая характеристика энергосистемы : электронный ресурс / Объединённая энергетическая система Урала АО «СО ЕЭС». – URL: <https://www.so-ups.ru/functioning/ees/oes-ural/> (дата обращения: 12.03.2026).
12. Операционная зона ОЭС Урала : электронный ресурс / Объединённое диспетчерское управление энергосистемы Урала АО «СО ЕЭС». – URL: <https://www.so-ups.ru/odu-ural/> (дата обращения: 15.03.2026).
13. Приоритеты пространственного развития Уральского федерального округа / И. В. Наумов, Н. Л. Никулина, А. З. Барыбина [и др.] ; Российская академия наук, Уральское отделение, Институт экономики. – Екатеринбург : Институт экономики УрО РАН, 2024. – 453 с. – ISBN 978-5-94646-698-1.
14. Развитие электрификации советской страны 1921–1925 гг. // Государственное издательство политической литературы. – Москва, 1956. – С. 598–599.
15. Системный оператор Единой энергетической системы России (АО «СО ЕЭС»). Отчёты о функционировании Единой энергетической системы России : электронный ресурс. – URL: <https://www.so-ups.ru/functioning/tech-disc/> (дата обращения: 12.01.2026).
16. Топливо-энергетический комплекс : особенности развития и управления в современных условиях : монография / Е. В. Видищева, О. А. Бугаенко, М. А. Селивёрстова. – Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2024. – 366 с.
17. Транспортная и энергетическая инфраструктура в развитии производительных сил макрорегиона : монография / под науч. ред. М. Б.

Петрова. – Екатеринбург : Институт экономики УрО РАН, 2022. – 275 с. – ISBN 978-5-94646-670-7.

18. Уральский федеральный округ : электронный ресурс / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/510> (дата обращения: 12.03.2026).

19. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Базы статистических данных : электронный ресурс. – URL: <https://rosstat.gov.ru/databases> (дата обращения: 10.01.2026).

20. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Электроэнергетика и промышленное производство регионов России : электронный ресурс. – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 15.01.2026).

21. Экономическая география : учебник и практикум для вузов / отв. ред. Я. Д. Вишняков. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 574 с. – ISBN 978-5-534-16931-7.

22. Электрификация СССР. Сборник документов и материалов 1926–1932 гг. / Государственное издательство политической литературы. – Москва, 1966.

23. Электроэнергетика Урала: структура генерации и мощности : электронный ресурс / Energyland.info. – URL: <https://energyland.info> (дата обращения: 03.03.2026).

24. Электроэнергетика: индикаторы : электронный ресурс / Институт экономики и регулирования инфраструктурных отраслей НИУ ВШЭ. – URL: <https://ur.hse.ru/indicat/electro> (дата обращения: 05.01.2026).

25. Электроэнергетический комплекс России : электронный ресурс / EES EAEC. – URL: <https://www.eeseaec.org/elektroenergeticeskij-kompleks-rossii> (дата обращения: 20.01.2026).

26. Энергетический профиль России : электронный ресурс / EES EAEC. – URL: <https://www.eeseaec.org/energetika-evrazii/energeticeskij-profil-rossii> (дата обращения: 20.01.2026).