В.В. Криворотов
Ю.Б. Клюев
А.В. Калина

Экономика предприятий энергетики

**Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина**

В.В. Криворотов, Ю.Б. Клюев, А.В. Калина

Экономика предприятий энергетики

Рекомендовано Научно-исследовательским институтом образования и науки в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Экономика»; по научной специальности 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»

Рекомендовано Международным учебно-методическим центром «Профессиональный учебник» в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Экономика»

Электронные версии книг на сайте
Международной электронной библиотеки
«Образование. Наука. Научные кадры»
www.niion.org

ЮНИТИ
UNITY

Москва • 2018

УДК [338.45:662.6](470+571)(075.8)
ББК 65.305.143(2Рос)я73-1
К82

Рецензенты:
чл.-корр. РАН, д-р экон. наук, д-р физ.-мат. наук, проф. *Е.В. Попов*
(руководитель Центра экономической теории
Института экономики Уральского отделения РАН)
д-р техн. наук, проф. *А.В. Паздерин*
(зав. кафедрой автоматизированных электрических систем Уральского
федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина)

Главный редактор издательства *Н.Д. Эриашвили*,
кандидат юридических наук, доктор экономических наук, профессор,
лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники

Криворотов, Вадим Васильевич.

К82 Экономика предприятий энергетики: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Экономика» / В.В. Криворотов, Ю.Б. Клюев, А.В. Калина. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2018. — 303 с.

I. Клюев, Юрий Борисович.

II. Калина, Алексей Владимирович.

ISBN 978-5-238-03015-9
Агентство CIP РГБ

Рассмотрены основы деятельности предприятий в современной экономике, показаны ключевые особенности предприятий энергетики как объектов организации производства и управления, а также организация топливно-энергетического комплекса России на современном этапе. Приведены основные подходы к организации управления на промышленных и энергетических предприятиях. Рассмотрена производственная база современных энергетических предприятий. Представлен методический инструментарий оценки эффективности инвестиционных проектов, основные критерии и показатели, используемые для этой оценки, а также подходы к их определению (расчету). Приведена и проанализирована модель рыночных отношений в энергетике и основы организации и работы оптового и розничного рынков электрической энергии и мощности в современной России. Рассмотрены основные положения федеральных и региональных программ развития энергетики страны.

Для студентов, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям энергетического профиля, для менеджеров и специалистов энергетических компаний, занимающихся планированием и управлением деятельностью предприятий.

ББК 65.305.143(2Рос)я73-1

ISBN 978-5-238-03015-9
© ИЗДАТЕЛЬСТВО ЮНИТИ-ДАНА, 2018
Принадлежит исключительное право на использование и распространение издания (Федеральный закон от 5 апреля 2013 г. № 44-ФЗ).

Предисловие

Электроэнергетика в современном мире играет ключевую роль, во многом определяя направления и возможности социально-экономического развития любого государства. Следует отметить, что электрическая и тепловая энергия — это основные энергоносители, обеспечивающие потребителей конечной энергией, которая затем может быть преобразована в любые формы — механическую, световую, тепловую и другие.

Особенно следует остановиться на электрической энергии. На сегодняшний день это самый прогрессивный энергоноситель, главным достоинством которого является способность трансформироваться в любой вид конечной энергии. Кроме того, на стадии потребления — электрическая энергия самый экологически чистый энергоноситель.

В последние десятилетия благодаря достижениям научно-технического прогресса решено множество технических проблем функционирования энергетических систем. В то же время экономические и организационные проблемы развития энергетики по-прежнему сохраняют высокую актуальность. Это в первую очередь связано с повышением динамичности развития социально-экономических систем, их сложностью, противоречивостью многих социально-экономических процессов и явлений, с глобализационными процессами в экономике и многими другими проблемами. В связи с этим дисциплина «Экономика энергетики» («Экономика предприятий энергетики») является одной из центральных дисциплин при подготовке специалистов, обучающихся по специальностям и направлениям инженерной подготовки.

Экономика энергетики — это наука, изучающая экономические закономерности функционирования и развития отрасли во взаимосвязи с другими отраслями (производствами) экономики страны, а также особенности управления ею применительно к современным и будущим условиям социально-экономического развития.

Предметом дисциплины являются экономические взаимоотношения субъектов электроэнергетики между собой, с субъектами других отраслей (производств) на рынках ресурсов, а также с государственными и региональными органами исполнительной власти.

Основная цель дисциплины — раскрытие экономической природы отношений субъектов рынка, возникающих в процессе их хозяйственной деятельности, на основе экономического анализа факторов производства и реализации энергии, а также знания экономической природы и механизмов формирования себестоимости, рентабельности, ценообразования и эффективности энергетического бизнеса.

В условиях рыночных отношений центр экономической деятельности перемещается к основному звену всей экономики — предприятию. Именно здесь производится нужная обществу продукция, оказываются необходимые услуги. Значительная часть государственного бюджета формируется за счет финансовых поступлений от предприятий.

Как следствие, современная энергетика — это деятельность большого числа различных предприятий, осуществляющих производство, передачу и распределение энергии. Поэтому основным объектом в настоящем пособии выступает предприятие. Основное внимание в пособии будет уделено таким проблемам, как закономерности и принципы хозяйственной деятельности предприятия, условия эффективного функционирования предприятия как целостного хозяйственного и технологического комплекса. При этом будут рассмотрены особенности предприятий электроэнергетики, вопросы формирования рыночных отношений в электроэнергетике, ценообразования в энергетике и т.д.

Глава 1
Организация современной энергетики России и ее роль в развитии экономики страны

1.1. Понятие и структура национальной экономики

Национальная экономика представляет собой сложную многоуровневую хозяйственную систему, определение сущности которой зависит от целей исследования. Для анализа экономической деятельности понятие национальной экономики определяется следующим образом.

Национальная экономика — это единый комплекс взаимосвязанных отраслей (видов экономической деятельности), сформированных в результате общественного разделения труда, научно-технического развития, международного сотрудничества, специфичных в пределах той или иной страны.

В структурном плане национальную экономику можно рассмотреть с точки зрения правовой, отраслевой и пространственной организации.

В *правовом плане* национальная экономика — это совокупность организаций, имеющих статус юридического лица (коммерческие и некоммерческие организации).

Подразделение национальной экономики на *сферы* осуществляется с точки зрения участия их в формировании валового внутреннего продукта (ВВП) и национального дохода (НД). В соответствии с данным подходом вся национальная экономика делится на две сферы: сферу материального производства и непроизводственную сферу.

Сфера материального производства представляет собой совокупность отраслей и видов экономической деятельности, создающих материальные блага или выполняющих функции, являющиеся продолжением процесса производства в сфере обращения. Результатом деятельности в данной сфере являются продукция производственно-технического назначения, товары и изделия широкого потребления (потребительские товары), услуги транспорта, связи и др. К сфере материального производства относится и продукция электроэнергетики — электрическая и тепловая энергия.

Непроизводственная сфера объединяет отрасли и виды деятельности по обслуживанию населения:

- образование;
- здравоохранение и социальные услуги;

- деятельность по предоставлению коммунальных, социальных и персональных услуг и др.

В этом отношении, например, снабжение населения электрической и тепловой энергией уже относится к предоставлению коммунальных услуг.

***Отраслью* (*видом экономической деятельности*)** является совокупность предприятий и организаций, для которых характерна общность сферы деятельности, выпускаемой продукции, технологии производства, использования сырья, основных фондов и профессиональных навыков работников.

С 1 января 2003 г. учет национальной экономики производится на основе Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД), адаптированного к базе Статистической классификации видов экономической деятельности в Европейском экономическом сообществе (КДЕС). В соответствии с данной классификацией в экономике России выделяются следующие основные виды экономической деятельности:

- сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство;
- рыболовство, рыбоводство;
- добыча полезных ископаемых;
- обрабатывающие производства;
- производство и распределение электроэнергии, газа и воды;
- строительство;
- оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования;
- гостиницы и рестораны;
- транспорт и связь;
- финансовая деятельность;
- операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг;
- государственное управление и обеспечение военной безопасности;
- обязательное социальное обеспечение;
- образование;
- здравоохранение и предоставление социальных услуг;
- предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг;
- предоставление услуг по ведению домашнего хозяйства.

Структура национальной экономики представляет собой устойчивые количественные и качественные соотношения между различными ее составными частями. Обычно структура национальной эконо-

мики характеризуется количественными соотношениями между ее сферами, секторами, отраслями (видами экономической деятельности). Исходя из этих соотношений делаются выводы о протекании тех или иных процессов, об успешности или неуспешности экономических преобразований, о степени достижения целей государственной макроэкономической политики и т.д. Как результат принимаемые на государственном уровне решения определяют стратегию и тактику предприятий (организаций).

Макроэкономические пропорции — это количественные и качественные соотношения между различными подразделениями и сферами общественного производства, отраслями, территориально-производственными частями национальной экономики.

Обычно выделяют следующие виды макроэкономических пропорций:

- *общеэкономические пропорции*. Представляют собой соотношения между наиболее крупными сферами национальной экономики (например, производством и потреблением, потреблением и накоплением, материальным и нематериальным производством и др.);
- *межотраслевые пропорции*. Это количественные и качественные соотношения между отдельными отраслями (видами экономической деятельности). Они характеризуют долю отдельных отраслей (видов экономической деятельности) в общем объеме производства и структуру отраслевого распределения производственных и финансовых ресурсов;
- *внутриотраслевые пропорции*. Представляют собой соотношение между взаимосвязанными производствами внутри одной отрасли, например между выпуском чугуна и стали в металлургии;
- *территориальные (межрегиональные) пропорции*. Это соотношения, например, между различными экономическими районами, которые обусловлены размещением производительных сил и производством продукции в этих районах;
- *межгосударственные пропорции*. Это количественные и качественные соотношения между макроэкономическими показателями отдельных государств, мера участия их в международном разделении труда.

Макроэкономические пропорции лежат в основе сбалансированности национальной экономики. Сбалансированность национальной экономики означает соответствие между взаимосвязанными отраслями, между объемом используемых средств производства и количеством рабочей силы, между объемами производимых продуктов и потребностями в них и т.д. Основу сбалансированности составляет пропорциональность.

На практике сбалансированность и пропорциональность обычно неустойчивы и постоянно нарушаются. Например, экономический рост ведет к установлению новых пропорций в экономике. Полного соответствия между отраслями в реальной жизни практически не бывает. Поэтому существует постоянная необходимость в поддержании сбалансированности путем корректировки пропорций между отдельными сферами и отраслями экономики. О сбалансированности макроэкономики можно говорить лишь в том случае, если величина и структура совокупного спроса совпадают с аналогичными параметрами совокупного предложения, т.е. если весь произведенный продукт будет потреблен.

Наконец, с точки зрения *пространственной организации* экономическое пространство России поделено более чем на 80 субъектов Федерации, сгруппированных в девяти федеральных округах — Центральном, Северо-Западном, Южном, Северо-Кавказском, Приволжском, Уральском, Сибирском, Дальневосточном и Крымском.

1.2. Состав, структура и характеристика топливно-энергетического комплекса России на современном этапе

1.2.1. Общая структура топливно-энергетического комплекса России, его роль в российской и мировой экономике

Топливно-энергетический комплекс **(*ТЭК*)** представляет собой сложную и развитую систему добычи природных энергетических ресурсов, их обогащения, преобразования в мобильные виды энергии и энергоносителей, передачи и распределения, потребления и использования во всех отраслях национального хозяйства.

Стандартно ТЭК рассматривается как совокупность энергопотребляющих и энергоснабжающих систем. *Энергопотребляющие системы* являются неотъемлемой частью всех производственных и непроизводственных сфер жизнедеятельности субъектов РФ. *Энергоснабжающие системы* представляют собой совокупность взаимосвязанных больших производственно-территориальных систем: электроэнергетической (энергоснабжающей), газоснабжающей, нефтеснабжающей, углеснабжающей и системы ядерной энергетики, которую с точки зрения получения конечного продукта ее деятельности также можно отнести к электроэнергетической системе (рис. 1.1).

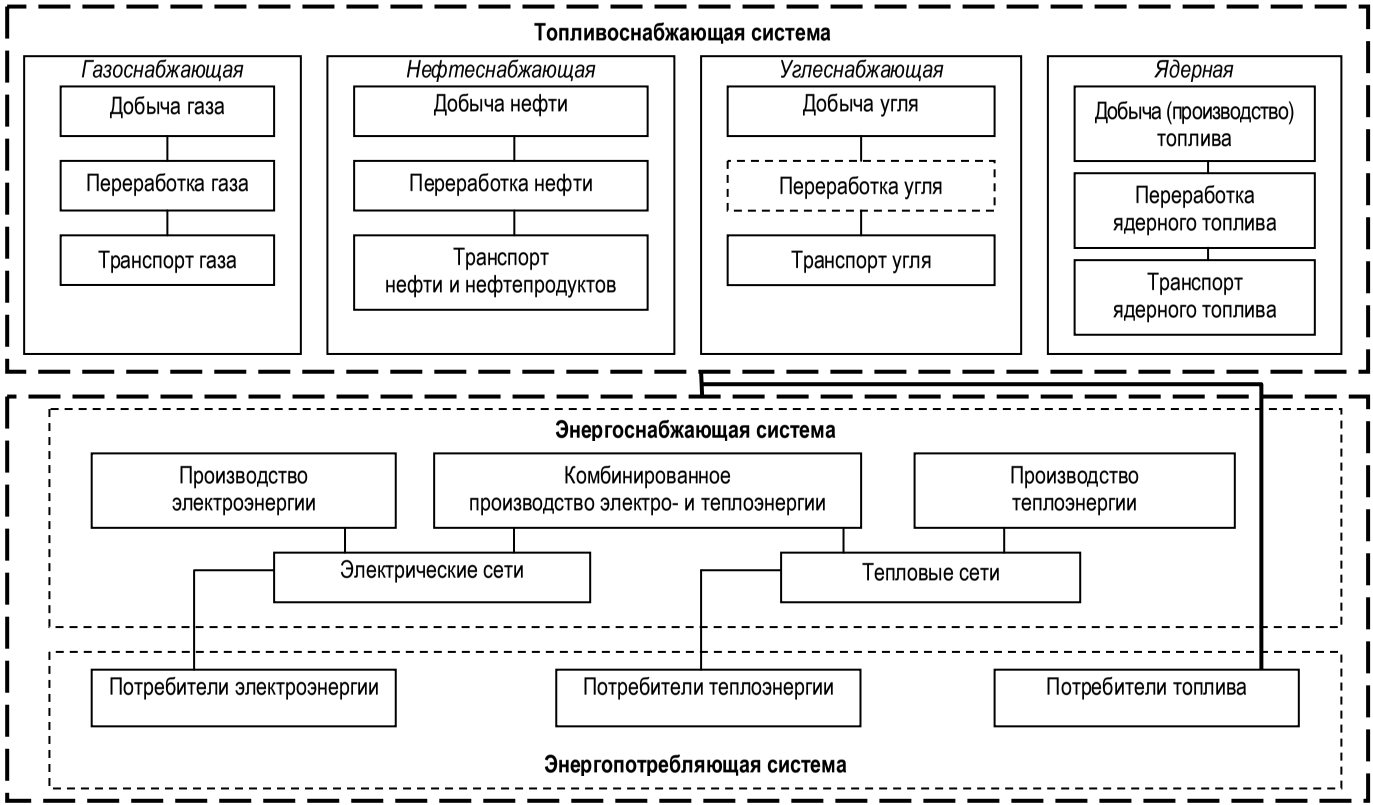


Рис. 1.1. **Общая структура систем энергетики и технологические связи между ними**

Организационно комплекс разделяется на отрасли, системы и предприятия ТЭК:

- *добывающие:* угледобыча, нефтедобыча, газодобыча, добыча торфа и сланцев, добыча урана и других ядерных материалов;
- *преобразующие (перерабатывающие)*: углепереработка, нефтепереработка, газопереработка, переработка торфа и сланцев, электроэнергетика, атомная энергетика, котельные и т.п.;
- *передающие и распределяющие*: перевозка угля, торфа и сланцев, нефтепроводы и другие способы транспорта нефти и нефтепродуктов, газопроводы, электрические сети, включая высоковольтные линии электропередачи (ЛЭП) и низковольтные распределительные электросети, паро- и теплопроводы и др.;
- *потребляющие и использующие*: все отрасли национального хозяйства, включающие промышленную энергетику, энергетику транспорта, энергетику сельского хозяйства, коммунальную энергетику и т.п.

Топливно-энергетический комплекс — одна из наиболее значимых составляющих минерально-сырьевого комплекса. Доля ТЭК в объеме промышленного производства сегодня более 25—30%, в объеме ВВП — более 15, в экспорте — более 50%. ТЭК оказывает существенное влияние на формирование бюджета страны. Производства и предприятия комплекса тесно связаны со всеми секторами экономики России, имеют большое районообразующее значение, создают предпосылки для развития топливных производств и служат базой для формирования промышленных комплексов.

Говоря о глобальной роли ТЭК России, следует сказать, что Россия играет критически важную роль в обеспечении глобального баланса спроса и предложения на рынках нефти и природного газа, потенциально и угля. Она выступает одним из гарантов общей энергетической безопасности и стабильности мира в долгосрочной перспективе. На Россию приходится свыше 12% мирового производства нефти, около 20% мирового производства природного газа и свыше 5% мировой добычи угля. Суммарно Россия производит около 10,3% первичной энергии, более 40% которой приходится на экспорт. Такое положение обусловливает значительную зависимость страны от развития спроса и цен на мировых энергетических рынках.

Вместе с тем в современном ТЭК России нет организационного единства, хотя определенную координирующую роль выполняет Министерство энергетики Российской Федерации. В большинстве случаев отдельные предприятия ТЭК представляют собой акционерные общества (АО), объединенные в крупные корпорации, деятельность которых в первую очередь направлена на достижение интересов их собственников, что зачастую не отражает интересов развития национальной экономики.

1.2.2. Характеристика и основные показатели деятельности топливных отраслей энергетики России

Нефтяная отрасль

Нефть является одним из ключевых продуктов, производимых в Российской Федерации. Она является главной статьей российского экспорта, достигая в структуре экспорта почти 50% (вместе с нефтепродуктами). Соответственно доходы от экспорта нефти и нефтепродуктов, а также налоговые платежи от предприятий нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности являются одним из ключевых источников доходов российского бюджета.

По состоянию на 1 января 2016 г. добычу нефти и газового конденсата (нефтяного сырья) на территории Российской Федерации осуществляли 299 организаций, имеющих лицензии на право пользования недрами, в том числе (рис. 1.2):

- 117 организаций, входящих в структуру 11 вертикально интегрированных компаний (ВИНК), на долю которых по итогам года приходится суммарно 87,0% всей национальной нефтедобычи;
- 179 независимых добывающих компаний, не входящих в структуру ВИНК;
- три компании, работающие на условиях соглашений о разделе продукции (операторы СРП).

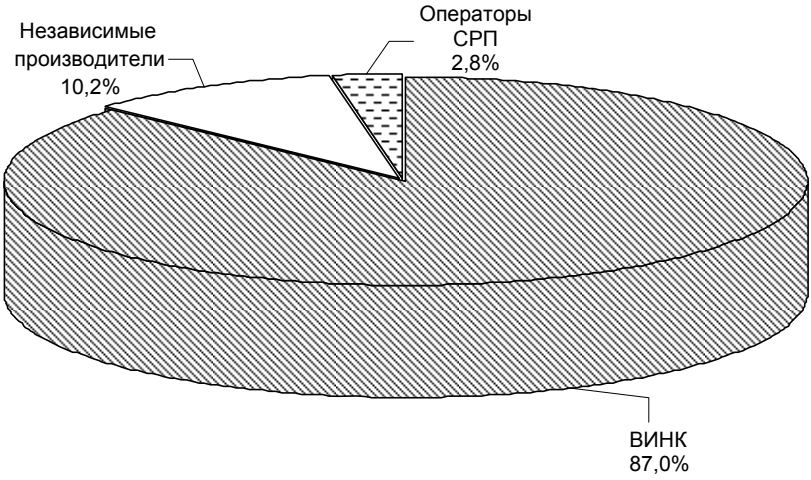


Рис. 1.2. **Структура нефтедобычи в России в 2015 г.**

Крупнейшие нефтяные компании России: государственные компании «Роснефть», «Газпром нефть» и частные компании «Лукойл», «Сургутнефтегаз», «Татнефть», «Башнефть», которые являются крупнейшими вертикально-интегрированными компаниями и замыкают внутри себя весь технологический цикл — от добычи нефти до ее переработки и выхода нефтепродуктов. Основную долю (93%) транспорта жидких углеводородов контролирует государственная компания «Транснефть», оперирующая магистральными нефтепроводами. Крупнейшие нефтяные месторождения — Самотлорское, Приобское, Русское, Ромашкинское, расположенные в Западной Сибири (преимущественно в Ханты-Мансийском автономном округе). Запасы жидких углеводородов на начало 2014 г. оценивались в размере 18,2 млрд т. В стране действует более 30 крупных нефтеперерабатывающих заводов, общая их мощность составляет около 300 млн т.

По итогам 2015 г. объем национальной добычи нефтяного сырья составил 534,1 млн т, превысив уровень 2014 г. на 7,4 млн т и установив новый максимальный уровень после распада СССР. В декабре 2015 г. был достигнут максимальный показатель среднесуточной добычи за весь постсоветский период функционирования отрасли (1474,2 тыс. т в сутки).

В региональном разрезе, как прежде, большая часть нефтедобычи сосредоточена в Западной Сибири (311,7 млн т, или 58,4% общего объема добытой нефти). В то же время в последние годы в регионе фиксируется сокращение нефтедобычи, которое носит прогрессирующий характер (−0,9% в 2014 г. и −0,4% в 2015 г.). Поэтому перспективы развития нефтедобычи России во многом связываются с восточными регионами страны (Восточной Сибирью и Дальним Востоком), которые стали в 2015 г. географическими центрами роста нефтедобычи. Динамика нефтедобычи по регионам России представлена на рис. 1.3.

Основные проблемы нефтяной отрасли России:

- сравнительно низкий уровень и высокая волатильность цен на мировом рынке нефти;
- стабилизация или как минимум существенное снижение темпов роста внешнего спроса на российскую нефть, насыщение европейского рынка дизельным топливом и уменьшение спроса в ближнем зарубежье;
- увеличение себестоимости добычи вследствие преобладания труднодоступных запасов нефти и большой выработанности действующих месторождений, что усложняет удержание достигнутых уровней добычи нефти;

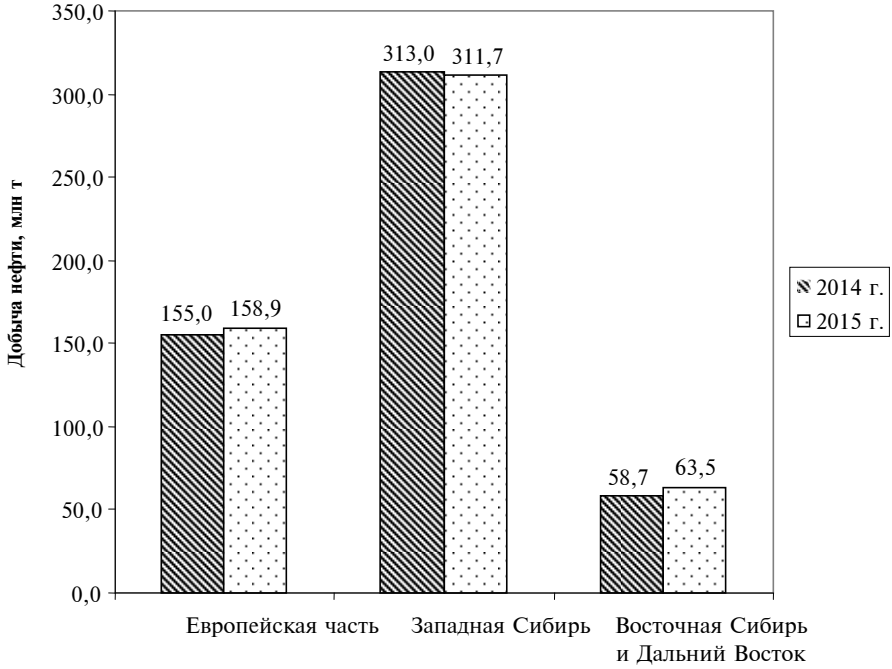


Рис. 1.3. **Добыча нефти по регионам России в 2014—2015 гг.**

- постоянное ухудшение физико-химических характеристик добываемой нефти, включая повышение доли серы, что требует внедрения новых технологических решений и инвестиций и повышает себестоимость переработки нефти;
- введение рядом стран ограничений, распространяющихся на отдельные российские нефтегазовые компании, на поставки современных технологий и оборудования, используемого для разведки и разработки российских глубоководных, морских арктических и сланцевых месторождений, и на привлечение долгосрочного финансирования.

Для устранения обозначенных проблем, а также обеспечения устойчивого развития нефтяной отрасли в Энергетической стратегии России до 2030 г. и в проекте Энергетической стратегии до 2035 г. предполагается решение следующих стратегических задач.

1. Стабильная ежегодная добыча нефти с газовым конденсатом на уровне 525 млн т с обеспечением возможностей ее увели-

чения при благоприятной конъюнктуре мирового и внутреннего рынков.

2. Модернизация и развитие отрасли на базе передовых технологий преимущественно отечественного производства, обеспечивающие:

- увеличение коэффициента извлечения нефти с 28 до 40% (без учета разработки трудноизвлекаемых запасов);
- освоение трудноизвлекаемых ресурсов в объемах до 15% общей добычи нефти (в настоящее время — около 8%);
- утилизацию не менее 95% извлекаемого попутного нефтяного газа (84% в 2014 г.);
- повышение с 72 до 90% глубины переработки нефти с производством моторных топлив высших экологических классов;
- повышение выхода светлых нефтепродуктов с 58 до 73—74%.

3. Развитие сети нефте- и нефтепродуктопроводов на основе передовых технологий.

4. Рост объемов и диверсификация внешних и внутренних поставок жидких углеводородов, в том числе увеличение в два раза поставок нефти и нефтепродуктов на рынки АТР (с 51 до 110 млн т). Меры по поддержанию экспорта нефти должны обеспечить его прирост к 2020 г. на 7−8%, а к 2035 г. — на 24%.

5. Переход на новую технологическую платформу в освоении трудноизвлекаемых запасов, малых месторождений, малодебитных и высокообводненных скважин, обеспечивающую в том числе повышение коэффициента извлечения углеводородов.

Газовая отрасль

Крупнейшей газодобывающей и газотранспортной компанией в современной России является ПАО «Газпром», которая также является крупнейшей газовой компанией мира, владеет самой протяженной газотранспортной системой (более 160 000 км). Контрольный пакет ПАО «Газпром» (более 50% акций) принадлежит государству. Другими газодобывающими компаниями являются крупнейшие нефтяные компании России, которые в основном добывают попутный нефтяной газ. Запасы природного газа на начало 2014 г. оценивались 49,5 трлн м^3.

В целом в 2015 г. добычу природного и попутного нефтяного газа осуществляли 257 добывающих предприятий, в том числе:

- 81 входит в структуру нефтяных ВИНК;
- 16 предприятий группы Газпрома;
- четыре предприятия ОАО «НОВАТЭК» (вторая по объемам добычи газа компания в России);

- 153 являются независимыми добывающими компаниями;
- три предприятия — операторы СРП.

Структура добычи природного и попутного нефтяного газа представлена на рис. 1.4.

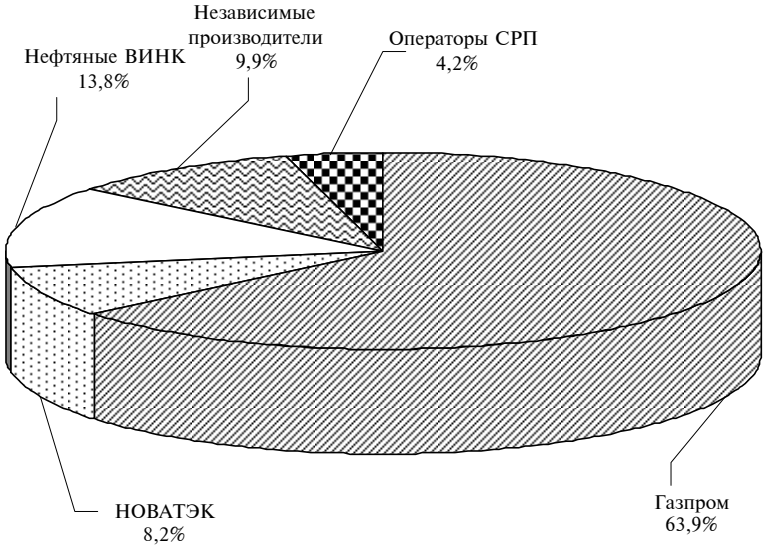


Рис. 1.4. **Структура добычи газа в России в 2015 г.**

В 2015 г. добыча газа составила 635,5 млрд м^3 (с учетом Крымского федерального округа), что ниже уровня 2014 г. на 6,5 млрд м^3. Более 60% общего объема газодобычи (63,9%) пришлось на ПАО «Газпром». Основные причины снижения добычи газа в последние годы связаны с сокращением экспортных поставок российского газа.

Современные проблемы и вызовы газовой отрасли России:

- рост затрат при добыче и транспортировке газа на внутренние и внешние рынки в связи с сокращением находящихся в разработке высокопродуктивных и неглубоко залегающих запасов, сложными природно-климатическими и геологическими условиями, удаленностью новых районов добычи газа от центров потребления;
- сокращение или замедление роста спроса на российский газ на Украине, в Центральной и Западной Европе при необходимости строительства на европейском направлении новой

газотранспортной инфраструктуры в целях снижения рисков транзита энергоресурсов;

- повышение конкуренции на мировых рынках вследствие развития рынка сжиженного природного газа (СПГ);
- введение рядом стран ограничений, распространяющихся на отдельные российские нефтегазовые компании, на поставки современных технологий и оборудования, используемого для разведки и разработки российских глубоководных, морских арктических и сланцевых месторождений, и на привлечение долгосрочного финансирования.

Для устранения обозначенных проблем, а также обеспечения устойчивого развития газовой отрасли в Энергетической стратегии России до 2030 г. и в проекте Энергетической стратегии до 2035 г. предполагается решение следующих стратегических задач.

1. Освоение на базе передовых технологий в основном отечественного производства экономически доступных ресурсов газа в традиционных и новых (Восточная Сибирь и Дальний Восток) районах и на континентальном шельфе Российской Федерации с приростом добычи газа до 40%.

2. Модернизация, расширение и оптимизация мощностей Единой системы газоснабжения (ЕСГ) с учетом необходимости создания новых экспортных маршрутов и дальнейшей газификации российских регионов, в частности создание газотранспортной инфраструктуры в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке с возможностью ее интеграции в ЕСГ.

3. Обеспечение глубокой переработки газа на месторождениях со сложным компонентным составом, включающим ценные компоненты.

4. Диверсификация экспорта газа, в том числе на основе увеличения производства СПГ в пять и более раз (с 14 до 74 млрд $м^3$), и увеличение поставок газа, в том числе СПГ, на рынок АТР в восемь-девять раз (с 14 до 128 млрд $м^3$).

5. Формирование конкурентного внутреннего рынка газа с перспективой полной его либерализации и совершенствованием системы ценообразования на внутреннем рынке газа.

6. Стимулирование потребления и соответствующее расширение производства газомоторного топлива.

Анализ и прогноз развития рынков показывают возможность преодолеть текущий спад поставок газа и увеличить добычу природного и попутного газа на 3—17% на первом этапе и на 29—39%

(с 639 до 821—885 млрд $м^3$) к 2035 г. Достижение указанных объемов будет обеспечено за счет увеличения добычи газа в районе Обско-Тазовской губы в 1,4—1,6 раза, создания новых центров добычи на полуострове Ямал, в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, а также в акваториях морей. Внутреннее потребление газа в 2015—2035 гг. может увеличиться на 17—24%, а экспорт газа — на 35—52% (с 209 до 282—317 млрд $м^3$).

Угольная отрасль

По состоянию на 1 января 2016 г. добычу угля в Российской Федерации осуществляли 192 угольных предприятия, в том числе 71 угольная шахта и 121 разрез. Совокупная производственная мощность угольных предприятий по добыче угля составляет 407,6 млн т (на 1 января 2015 г.). В большинстве случаев угольные предприятия являются частными. Крупнейшие разрабатываемые месторождения энергетического угля — месторождения Кузбасса и месторождения Канско-Ачинского угольного бассейна (Березовское, Бородинское, Назаровское). Угольные организации продолжают работу по созданию новых центров угледобычи на месторождениях с благоприятными горно-геологическими условиями, обеспечивающими мировой уровень производительности и безопасности труда в Республике Саха (Якутия), Республике Тыва, в Забайкальском крае, Амурской области.

Крупнейшие угледобывающие компании:

- АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (АО «СУЭК») — добывает около 30% угля в России;
- ОАО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь»» — входит в состав УГМК, вторая в России компания по добыче угля;
- ОАО «Объединенная угольная компания «Южкузбассуголь»» — входит в состав металлургической компании «Евраз групп»;
- ОАО «Южный Кузбасс» — входит в состав металлургической компании «Мечел».

В 2015 г. угледобывающими предприятиями России добыто 373,4 млн т угля, что является наивысшим показателем за всю историю современной России. В то же время внутреннее потребление угля с 2008 г. сократилось почти на 10%. Поэтому происходило наращивание экспортных поставок угля. С 2008 г. экспорт угля увеличился в 1,7 раза, в том числе за счет выхода на новые рынки стран АТР, прежде всего Китая, а также в Индию и Малайзию. Динамика добычи угля в России в последнее десятилетие представлена на рис. 1.5.

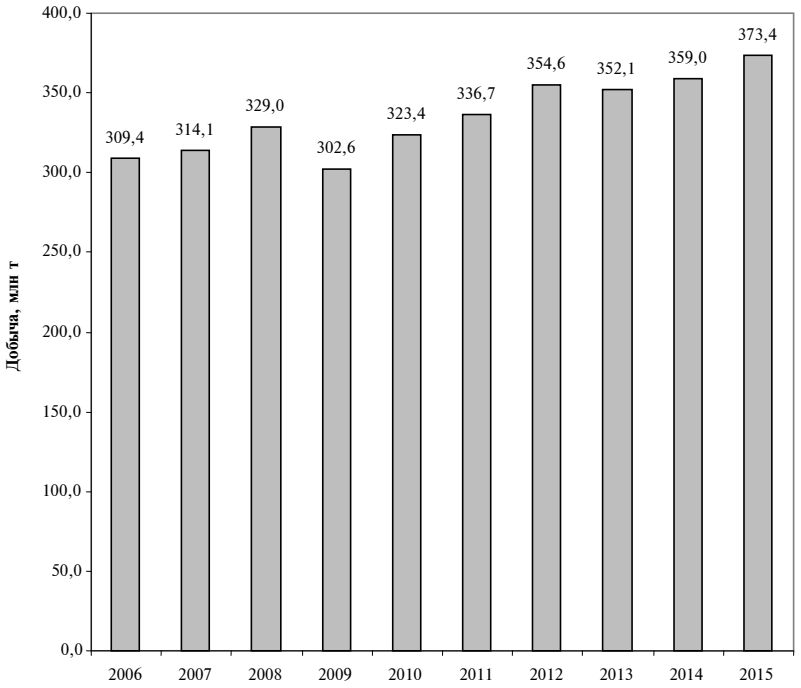


Рис. 1.5. **Динамика добычи угля в России в 2006—2015 гг.**

Ключевым внешним вызовом для российской угольной промышленности является усиление конкуренции в международной торговле углем из-за вероятного замедлении роста мирового спроса на уголь и увеличения затрат на его добычу и транспорт по России. В то же время прогнозы показывают возможность сохранения и укрепление российских позиций на внешних рынках с увеличением почти в полтора раза экспорта угля при увеличении до 60% доли поставок на азиатский рынок.

Внутренней проблемой угольной промышленности является ограниченная конкурентоспособность угля при сдерживании цен на газ и растущих издержках в угольной отрасли. Решение этой проблемы требует сохранения льготного тарифообразования на железнодорожную транспортировку угля.

Для устранения проблем угольной отрасли, а также обеспечения устойчивого развития газовой отрасли в Энергетической стратегии

России до 2030 г. и в проекте Энергетической стратегии до 2035 г. предполагается решение следующих стратегических задач.

1. Обеспечение конкурентоспособности угольной продукции на внутреннем рынке с заменяющими ее энергоресурсами, а на внешнем — с альтернативными поставщиками.

2. Создание новых центров угледобычи в Республике Саха (Якутия), Республике Тыва, Забайкальском крае и других регионах, а также энергоугольных комплексов для экспорта электроэнергии в сопредельные страны.

3. Сохранение достигнутого уровня и при возможности значимое увеличение экспорта угля более чем на треть, прежде всего в страны АТР.

Нетрадиционные возобновляемые источники энергии

Основными направлениями развития нетрадиционных возобновляемых источников в мире являются биоэнергетика, геотермальная энергетика, ветроэнергетика, солнечная энергетика. Основные успехи в развитии возобновляемой энергетики в России достигнуты в создании новых технологий по преобразованию солнечного излучения в электрическую энергию. Промышленностью выпускаются фотоэлектрические элементы на основе кремния, модули и батареи с высоким КПД преобразования, высокоэффективные (КПД более 25%) гетероструктурные солнечные элементы и энергоустановки с концентраторами солнечного излучения, микро- и малые гидростанции с оборудованием единичной мощностью от 5 кВт до 1 МВт, биогазовые установки для индивидуальных и фермерских хозяйств, обеспечивающие местные потребности в тепловой и электрической энергии, ветроэлектрические станции мощностью от сотен ватт до десятков киловатт. Однако большой пробел имеется в производстве ветроэнергетических установок большой и средней мощности.

Также следует отметить неоправданно низкую долю использования местных видов топлива (торф, отходы лесной промышленности и сельского хозяйства и твердые бытовые отходы) в региональных энергетических балансах.

Основной проблемой использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) является их низкая экономическая конкурентоспособность по отношению к централизованной системе электроснабжения. Перспективной областью применения НВИЭ в России являются изолированные и удаленные энергорайоны, а также резервирование системы электроснабжения особо ответственных потребителей (повышенной категории надежности).

Основные стратегические задачи развития НВИЭ:

1) ввод новых генерирующих мощностей, функционирующих на основе НВИЭ, при условии их экономической эффективности;

2) развитие отечественной научно-технической базы и освоение передовых технологий в области использования НВИЭ, наращивание производства на территории Российской Федерации основного генерирующего и вспомогательного оборудования для НВИЭ.

В итоге возможен рост производства электроэнергии на электростанциях, функционирующих на основе НВИЭ, более чем в 10 раз (с 2 млрд кВт · ч в 2014 г. до 18—27 млрд кВт · ч в 2035 г.).

1.3. Организация электроэнергетики в современной России

1.3.1. Общая характеристика и особенности электроэнергетики как объекта организации производства и управления

Электроэнергетика — базовая инфраструктурная отрасль, в которой реализуются процессы производства, передачи, распределения электроэнергии. Она имеет связи со всеми секторами экономики, снабжая их электричеством и теплом и получая от некоторых из них ресурсы своего функционирования.

Миссией электроэнергетики является обеспечение потребности народного хозяйства и населения в тепловой и электрической энергии, а также экспорт электроэнергии в страны ближнего и дальнего зарубежья.

Производственно-технологическая основа отрасли представляет собой электрические станции разных типов, единую национальную электрическую сеть (ЕНЭС), территориальные распределительные сети, систему оперативно-технологического управления.

Основные функции энергетики:

- обеспечение спроса на энергию в кратко- и долгосрочном периодах;
- производство электроэнергии и тепла;
- передача электроэнергии по магистральным и распределительным сетям;
- сбыт электроэнергии;
- проектирование, строительство, эксплуатация и ремонт объектов электроэнергетики;
- соблюдение экологических нормативов.

Технологические и производственные процессы в электроэнергетике имеют следующие уникальные особенности.

1. *Совпадение во времени процессов производства и потребления энергии.* Эта главная технологическая особенность электроэнергетики вызвана невозможностью крупномасштабного коммерческого аккумулирования электроэнергии и теплоэнергии в сочетании с высокой скоростью транспорта энергоносителей. Отсюда следует, что режим производства энергии однозначно определяется режимом ее потребления. В результате графики электрических и тепловых нагрузок становятся основным инструментом производственного планирования и текущего оперативно-технологического управления на электростанциях и в сетях.

Невозможность создания запасов готовой продукции в электроэнергетике требует наличия резервов генерирующих мощностей, резервов пропускной способности электрических и тепловых сетей, а также запасов топливных ресурсов.

Одновременность производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии является основной причиной четкого разграничения вопросов экономического и оперативно-технологического (диспетчерского) управления в электроэнергетике. Режим работы в электроэнергетике имеет гораздо большее значение, чем в большинстве других промышленных производств.

Технологическое единство производства и потребления энергии предопределяет необходимость тесного экономического взаимодействия энергокомпаний и потребителей. Основными направлениями такого взаимодействия являются:

- рационализация режимов энергопотребления;
- формирование взаимоприемлемых тарифов на энергию;
- координация планов развития энергопотребляющих установок, генерирующих и транспортных мощностей энергокомпаний.

2. *Непрерывный характер производственного процесса.* Эта особенность обусловливает высокий уровень автоматизации производства и управления технологическим процессом. По сути, непосредственная выработка электро- и теплоэнергии происходит без прямого участия персонала. При этом численность персонала определяется установленной мощностью электростанций и не зависит от выработки электроэнергии, т.е. от режима использования этой мощности.

С другой стороны, значительная сложность и высокая скорость осуществления технологического процесса предъявляют повышенные требования к профессиональной квалификации персонала.

Причем большое значение имеют как производственный опыт отдельных работников, так и четко отлаженное взаимодействие различных подразделений и служб.

Отсюда следуют два вывода. Во-первых, по уровню оплаты труда персонал энергокомпаний должен занимать одно из ведущих мест в промышленности. Во-вторых, требуются значительные средства для подготовки и повышения квалификации кадров электроэнергетики.

3. *Сложность и особые условия работы энергетического оборудования.* В процессе эксплуатации энергетическое оборудование подвергается воздействию высоких температур, давлений, химически агрессивных сред, радиоактивности. Поэтому при его изготовлении применяются специальные дорогостоящие конструкционные материалы, способные в условиях нормальной эксплуатации достаточно продолжительное время выдерживать эти нагрузки без нарушения основных параметров технологического процесса.

Это определяет высокую капиталоемкость объектов электроэнергетики, а также весьма длительные сроки проектирования, строительства, монтажа и эксплуатации крупных энергоблоков. Кроме того, капитальные ремонты основного оборудования (в первую очередь парогенераторов и турбин) отличаются продолжительностью и большими издержками.

4. *Быстрое развитие аварий.* Данная особенность требует автоматического управления режимами энергосистем.

5. *Параллельная работа всех станций на совмещенный суточный график нагрузки энергосистемы.*

6. *Взаимозаменяемость генерирующих установок.* Технология энергетического производства может быть основана на различных первичных энергоресурсах и энергетических циклах. В системах транспорта электроэнергии возможно применение переменного либо постоянного тока разных уровней напряжения.

В результате такая технологическая взаимозаменяемость энергоустановок предопределяет многовариантность решения задачи энергоснабжения региона. Выбор наилучшего варианта осуществляется на основе специальных экономических расчетов. В то же время взаимозаменяемость генерирующих энергоустановок ограничена их производственной специализацией, т.е. режимами использования в энергосистеме.

7. *Взаимодействие с окружающей средой.* Характерной особенностью технологии производства энергии на ТЭС и АЭС является непрерывный сброс огромного количества тепла в окружающую среду —

реки, озера, пруды и другие водоохлаждающие бассейны, а также в атмосферу. Также работа ТЭС на органическом топливе сопровождается огромным расходом кислорода из атмосферы, непрерывным выбросом газов, золы, а также вредных для растительного и животного мира окислов серы и азота. Это создает значительные экологические проблемы и влечет за собой крупные затраты на сооружение и эксплуатацию специальных природоохранных технических устройств.

8. *Обезличенность электроэнергии как товара.* Это связано с тем, что вся электроэнергия поступает в общую сеть, характеризующуюся едиными режимными параметрами.

9. *Невозможность выбраковки энергии.*

Отмеченные особенности энергетического производства обусловливают целесообразность создания и функционирования энергетических систем.

Энергетическая система — комплекс совместно работающих электростанций, объединенных на параллельную работу электрическими сетями, связанных общностью режима и единым оперативно-технологическим управлением.

Энергетические системы характеризуются следующими особенностями:

- параллельная работа электростанций на совмещенный суточный график нагрузки;
- единый диспетчерский резерв мощности;
- единое оперативно-технологическое управление.

В зависимости от территориального охвата выделяется несколько уровней энергосистем:

- районные энергосистемы (РЭС);
- объединенные энергосистемы (ОЭС), в составе которых параллельно работают несколько РЭС;
- единая энергосистема (ЕЭС), объединяющая на параллельную работу ОЭС.

В составе ЕЭС России семь ОЭС, шесть из которых работают параллельно, ОЭС Дальнего Востока работает автономно.

Создание ЕЭС России обеспечивает следующие преимущества:

1) сокращается потребность в установленной и резервной мощности электростанций;

2) повышается надежность энергоснабжения;

3) возможность использования эффективного генерирующего оборудования с высокой единичной мощностью основных агрегатов;

4) возможность осуществления наиболее экономичных режимов для различных типов электростанций;

5) снижается совмещенный максимум нагрузки;

6) возможность использования «широтных» и «долготных» эффектов.

Также с позиций организации производства и управления в электроэнергетике следует отметить, что многие виды деятельности в ней относятся к естественно-монопольным. В частности, естественно-монопольными являются передача и распределение энергии, управление режимами энергосистем. Это обусловливает необходимость государственного регулирования в отрасли.

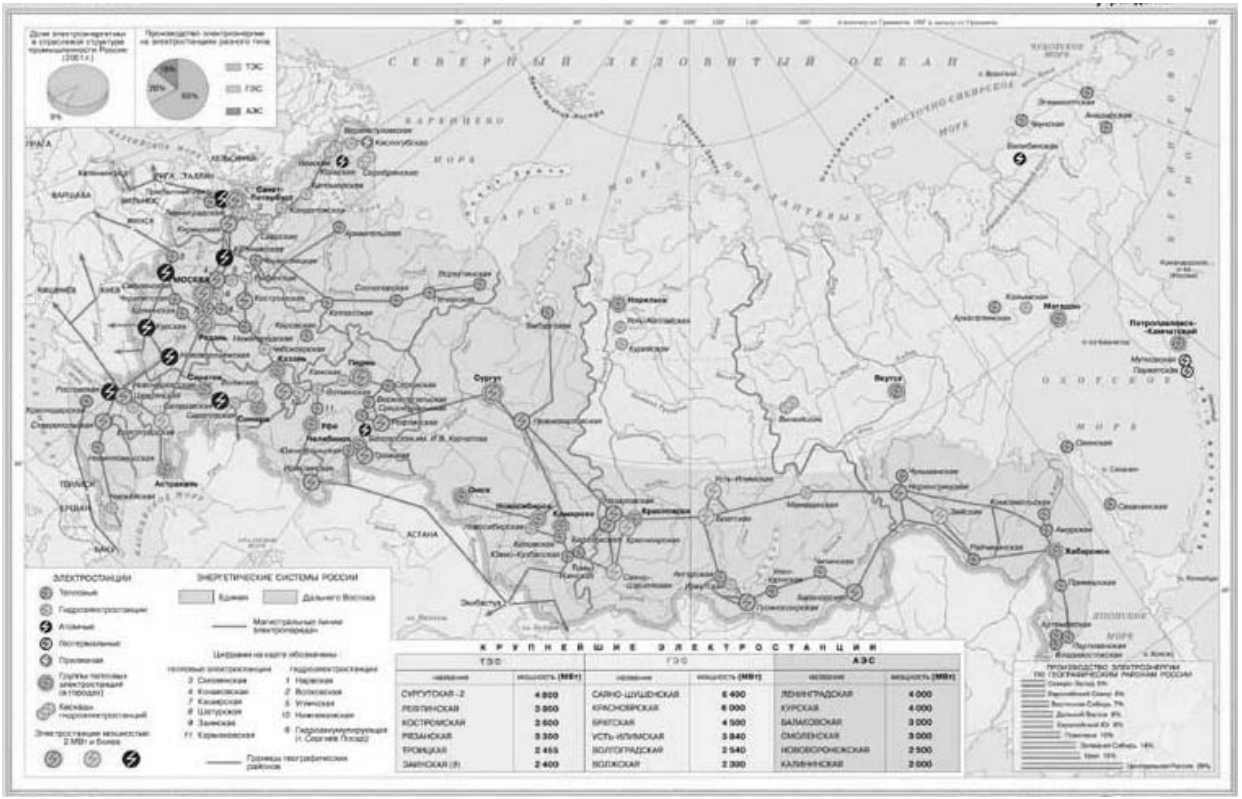
Отмеченные обстоятельства обусловливают то, что функционирование электроэнергетики России происходит по большей части в рамках ЕЭС, которая представляет собой технологическую совокупность хозяйствующих субъектов, использующих объекты электроэнергетики для обеспечения надежного и эффективного энергоснабжения потребителей. Только на отдаленных и малонаселенных территориях энергоснабжение частично осуществляется автономными источниками, не включенными в ЕЭС России.

1.3.2. История формирования и развития ЕЭС России

ЕЭС России состоит из 69 региональных энергосистем, которые, в свою очередь, образуют семь объединенных энергетических систем: Центра, Северо-Запада, Средней Волги, Юга, Урала, Сибири, Востока. Все энергосистемы соединены межсистемными высоковольтными линиями электропередачи напряжением 220—500 кВ и выше и работают в синхронном режиме (параллельно). На рис. 1.6 и 1.7 показана карта ЕЭС России и размещение на ней основных объектов и энергосистем.

Создание ЕЭС России длилось на протяжении длительного временного периода и имеет глубокие исторические корни.

Электроэнергетика как отрасль промышленности зародилась в России в конце XIX в. На *начальном этапе* это были электростанции небольшой мощности (в основном работающие на угле, мазуте или воде), которые строились для снабжения энергией конкретных объектов (промышленных предприятий, элеваторов, элементов городского хозяйства) и работали изолированно друг от друга. Линии электропередачи были небольшими (обычно не более 1—2 км) и работали на невысоких классах напряжения — до 10 кВ. Также отсутствовали единые стандарты электрической энергии: применялись постоянный, однофазный переменный, трехфазный переменный ток; частоты и напряжения в сетях различались.



ТЭС		ГЭС		АЭС	
название	мощность (МВт)	название	мощность (МВт)	название	мощность (МВт)
СУРГУТСКАЯ-2	4 800	САЯНО-ШУШЕНСКАЯ	6 400	ЛЕНИНГРАДСКАЯ	4 000
ЛЕНТИНСКАЯ	3 800	КРАСНОЯРСКАЯ	6 000	КУРСКАЯ	4 000
КОСТРОМСКАЯ	3 600	БРАТСКАЯ	4 500	БАЛАКОВСКАЯ	3 000
РЕВДИНСКАЯ	3 300	УСТЬ-ИЛИМСКАЯ	3 840	СМОЛЕНСКАЯ	3 000
ТРОИЦКАЯ	2 455	ВОЛГОГРАДСКАЯ	2 540	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ	2 500
ЗАЙГСКАЯ (Р)	2 400	ВОЛЖСКАЯ	2 300	КАЛИНИНСКАЯ	2 000

Рис. 1.6. **Карта ЕЭС России**



Рис. 1.7. **Карта размещения объединенных энергосистем ЕЭС России**

В итоге перед Первой мировой войной суммарная установленная мощность электростанций России составила 1,1 млн кВт, выработка электроэнергии — около 2 млрд кВт · ч, что соответствует показателям одного энергоблока современной крупной электростанции. Крупнейшей из электростанций стала московская тепловая электростанция (мощность 15 МВт).

Новый этап развития электроэнергетики связан с принятием и реализацией *плана ГОЭЛРО — государственного плана электрификации советской России*, который был принят и утвержден в 1921 г. По своей сути этот план уходил далеко за пределы электроэнергетической отрасли и представлял собой комплексный стратегический план развития экономики страны на базе ее электрификации.

План ГОЭЛРО строился на следующих основных принципах:

- концентрация производства электроэнергии на крупных станциях с централизацией энергоснабжения потребителей;
- строительство крупнейших электростанций у крупнейших местных источников энергии, а не рядом с потребителями;
- согласование строительства мощностей с развитием экономики конкретных регионов;
- развитие электрических сетей, создание крупных энергосистем;
- опережающий рост электроэнергетики по сравнению с другими отраслями (за 10—15 лет после принятия плана планировалось увеличить мощность электростанций вдесятеро при росте промышленного производства максимум в два раза).

В ходе реализации плана ГОЭЛРО (годы первых пятилеток) были построены крупные (на тот период) электростанции, которые относились к числу крупнейших в Европе (Шатурская ГРЭС мощностью 100 МВт, Каширская ГРЭС — 60 МВт), а ДнепроГЭС стал крупнейшей на то время гидроэлектростанцией мира (560 МВт).

С 1920-х гг. начались процессы централизации электроснабжения, сопровождающиеся объединением электростанций, развитием инфраструктуры передачи электроэнергии и созданием систем оперативно-диспетчерского управления. В основном такая централизация происходила вокруг крупных городов. Так, к 1922 г. подобной сетью были объединены семь электростанций Московского региона и пять электростанций в Ленинграде. Первые сети сооружались на напряжение 20—35 кВ, но уже с конца 1920-х гг. системообразующими стали линии 110 кВ; первая из них — Каширская ГРЭС—Москва — введена в строй в 1922 г.

В 1926 г. были созданы первые диспетчерские службы — в Московской и Ленинградской энергосистемах; в 1930 г. — в Донецкой и Уральской. К 1935 г. в стране работало шесть энергосистем, при этом преимущественно использовался класс напряжения 110 кВ; выработка электроэнергии по каждой из энергосистем превышала 1 млрд кВт · ч в год.

Еще одна задача развития отрасли в период реализации плана ГОЭЛРО — внедрение комбинированной выработки электроэнергии, тепла и централизованного теплоснабжения. Первый теплопровод введен в строй в 1924 г. на Ленинградской ГРЭС-3; первая теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) открыта в 1928 г. в Москве.

По итогам реализации плана ГОЭЛРО суммарная мощность электростанций в 1931 г. составила почти 4 млн кВт, выработка электроэнергии — 10,6 млрд кВт · ч, в общей сложности было построено 30 электростанций.

Следующий этап развития ЕЭС России — *со времени выполнения плана ГОЭЛРО (начало 1930-х гг.) до начала Великой Отечественной войны.* На этом этапе темпы развития электроэнергетики ускорились. В крупнейших промышленных районах вокруг ГРЭС окончательно сформировались мощные (по тем временам) энергосистемы. Начался процесс объединения энергосистем: вначале линиями 110 кВ (энергосистем Центра и Юга), затем — 220 кВ. Первой такой линией стала электропередача Нижне-Свирская ГЭС—Ленинград протяженностью 240 км, а первая межсистемная линия 220 кВ объединила энергосистемы Приднепровья и Донбасса.

Это соответственно требовало развития оперативно-диспетчерского управления. В результате в дополнение к уже имеющим-

ся диспетчерским службам в 1940 г. создана Объединенная диспетчерская служба Верхневолжских энергосистем (Горьковской, Ивановской и Ярославской) и Оперативно-диспетчерское управление Юга.

Одновременно мощно развивалось отечественное энергомашиностроение, что позволило существенно увеличить единичные мощности генерирующих установок. Так, в этот период максимальная единичная мощность агрегатов достигла 100 МВт.

В 1930-е гг. развивались (как массовые явления) централизованное теплоснабжение и комбинированная выработка электрической и тепловой энергии. Первые ТЭЦ нередко строились в составе крупных промышленных предприятий, сооружались и «отдельные» ТЭЦ (московские, ленинградские, казанская и др.). Мощность теплофикационных турбин к 1940 г. достигла 25 МВт. В эти годы зона охвата территории централизованным теплоснабжением составляла не более 5 км. К 1940 г. общая протяженность тепловых сетей не превышала 650 км.

Следующий этап захватывает *период Великой Отечественной войны и послевоенные годы*. Вследствие эвакуации значительного числа предприятий европейской части СССР на Урал этот регион сталь играть ключевую роль в промышленности страны, что соответственно сопровождалось существенным ростом электропотребления. Так, объем выработки электроэнергии на Урале возрос в 2,5 раза и превысил четверть объема энергии, генерируемой во всей стране.

В 1942 г. для координации работы трех районных энергетических систем Урала — Свердловской, Пермской и Челябинской — было создано первое Объединенное диспетчерское управление — ОДУ Урала. В 1944 г. воссоздана Объединенная диспетчерская служба Юга (впоследствии ОДУ Юга). В 1945 г. организовано ОДУ Центра, обеспечившее управление параллельной работой Верхневолжских энергосистем с Московской.

В 1947 г. СССР вышел на второе место в мире после США по производству электроэнергии; к 1950 г. установленная мощность электростанций достигла 19,6 ГВт. В этот же период произошли конструктивные изменения в энергостроительстве: появились типовые и серийные проекты; получили распространение тепловые электростанции с энергоблоками. На этой основе начиная с 1950 г. стало строиться большинство ТЭС. Комбинированная выработка электрической и тепловой энергии стала повсеместным явлением. К середине 1950-х гг. удельный вес ТЭЦ достиг почти трети суммарной мощности ТЭС.

Также в послевоенные годы начались процессы широкомасштабной автоматизации энергосистем — активно внедрялись системы удаленного и автоматического управления процессами производства и передачи электроэнергии: противоаварийные устройства, устройства телемеханики управления подстанциями и ГЭС, новые средства связи для оперативно-диспетчерского управления.

К концу 1940-х гг. крупнейшие ТЭС достигли мощности 400 МВт, турбоагрегаты на 100 МВт стали типовыми. В начале 1950-х гг. появились турбоагрегаты мощностью 150 МВт. Мощность крупнейших электростанций в 1950-е гг. достигла 750 МВт. В результате на протяжении 1950-х гг. суммарная установленная мощность электростанций выросла почти на 47 ГВт, т.е. более чем втрое.

Кроме того, рассматриваемый период развития электроэнергетики СССР характеризуется бурным строительством ГЭС. Всего во второй половине 1940-х и в 1950-х гг. было введено более 13,5 ГВт гидроэнергетических мощностей. В этот период было начато строительство каскада гидроэлектростанций на Волге, заложены Братская и Красноярская ГЭС.

Во второй половине 1950-х гг. произошло еще одно знаменательное событие, связанное с внедрением первых дальних электропередач сверхвысокого напряжения. В 1956 г. введена в эксплуатацию первая электропередача напряжением 400 кВ «Куйбышев—Москва», обеспечивавшая выдачу мощности Куйбышевской ГЭС и связавшая энергосистемы Центра и Средней Волги. По сути это событие стало началом формирования Единой энергосистемы СССР. Последовавшее затем строительство ЛЭП 500 кВ от каскада Волжских ГЭС обеспечило возможность параллельной работы энергосистем Центра, Средней и Нижней Волги и Урала и завершило первый этап создания Единой энергетической системы европейской части СССР. В 1957 г. создано ОДУ ЕЭС европейской части СССР.

Конец 1950-х гг. и 1960-е гг. ознаменовали новый этап в формировании ЕЭС России. Во второй половине 1950-х гг. завершился процесс объединения энергосистем Закавказья и продолжилось объединение энергосистем Северо-Запада, Средней Волги и Северного Кавказа. В конце 1950-х — начале 1960-х гг. созданы ОДУ Северо-Запада, Средней Волги, Северного Кавказа, Сибири и Средней Азии. Энергосистема СССР наращивала масштабы своей деятельности, что, в свою очередь, усложняло управление ею.

Это потребовало создания высшей ступени иерархии диспетчерского управления. В 1969 г. создано Центральное диспетчерское управление — ЦДУ ЕЭС СССР. Кроме того, в этот период в СССР началось строительство атомных электростанций и открытие эры