

# Энергетика Франции в поиске оптимальной модели

А.В. Зимаков

Национальный исследовательский институт Мировой экономики и международных отношений имени Е.М. Примакова Российской академии наук

Экологизация электроэнергетики представляет собой один из важнейших трансформационных процессов Европейского союза. Построение низкоуглеродной энергетики затрагивает энергосистемы всех членов ЕС, но подходы к решению этой задачи в разных странах неодинаковы. Предметом настоящего исследования является трансформация французской электроэнергетики – процесс, уникальность которого обусловлена доминированием в структуре производства электроэнергии атомных электростанций. На фоне отказа от ядерной энергетики в ряде стран ЕС, вопрос выбора дальнейшего пути развития электроэнергетики Франции представляет особый интерес. Анонсированное французским правительством значительное снижение доли АЭС, по сути, означает отказ от действующей модели. Цель настоящего исследования заключается в оценке перспектив трансформации и определении будущей модели энергетики Франции. В исследовании применялись методы системного, сравнительного и экономико-статистического анализа, а также метод отслеживания процесса. Проанализирован исторический генезис существующей модели энергетики, сложившейся в результате реализации «плана Мессмера» в 1970-1980 гг. Дана оценка существующей модели электроэнергетики, сделан вывод о нарастании проблем, связанных со старением парка атомных электростанций, и проанализированы возможные варианты решения данного вопроса. По статистическим данным показана тенденция к замещению традиционных генерирующих мощностей возобновляемой энергетикой. Сделан вывод, что сокращение числа АЭС обусловлено комплексом причин и что речь не идёт об отказе Франции от атомной энергетики. Наоборот, ядерная энергия рассматривается во Франции как важная низкоуглеродная технология, позволяющая достичь к 2050 г. углеродной нейтральности, а ключевой вопрос трансформации заключается в нахождении баланса атомной и зелёной энергетики. Анализ программных документов правительства показывает, что в горизонте 2035 г. «энергомикс» Франции будет постепенно смещаться в сторону комбинации зелёной энергетики и атомной в отношении 40% и 50%, а оставшаяся доля в генерации перейдёт ТЭС на природном газе. При этом закрытие АЭС не должно нарушить надёжность энергоснабжения, увеличить выбросы CO<sub>2</sub> и привести к удорожанию электроэнергии. Франция демонстрирует прагматизм, склоняясь к сохранению в своей электроэнергетике атомной компоненты.

**Ключевые слова:** Франция, Европейский союз (ЕС), энергетика ЕС, энергетика Франции, АЭС, атомная энергетика, декарбонизация, экологизация экономики, возобновляемые источники энергии (ВИЭ)

УДК: 338.2

Поступила в редакцию: 28.06.2019 г.

Принята к публикации: 10.10.2019 г.

Экологизация экономики представляет собой один из важнейших современных трансформационных процессов ЕС. Особая роль в этом процессе отводится электроэнергетике, обладающей серьёзным потенциалом по снижению выбросов парниковых газов в атмосферу. В Европейском союзе есть разные подходы к построению низкоуглеродной энергетики, связанные, с одной стороны, с существующим укладом энергетического хозяйства и доступными природными ресурсами, а с другой – со сложившимся в обществе отношением к атомной энергетике. Несколько упрощая комплексность проблематики, можно говорить, что ключевой вопрос в решения насущных задач электроэнергетики, связанных с отказом от углеводородов и увеличением доли ВИЭ – это перспективы использования ядерной энергии. С этой точки зрения пристального внимания заслуживают трансформационные процессы в электроэнергетике Франции, для которой характерно доминирование атомных электростанций. Сторонники ядерной энергетики рассматривают Францию как хрестоматийный пример крупной и высокоразвитой страны с ограниченными энергоресурсами, добившейся высокой степени энергонезависимости в части выработки электроэнергии, существенная доля которой активно поставляется на экспорт. Однако в последнее десятилетие во Франции ведутся оживлённые дискуссии о сокращении доли АЭС в «энергомиксе» в пользу развития возобновляемой энергетики. В середине текущего десятилетия французское правительство провозгласило отход от прежней модели энергетики в пользу экологичной. Можно ли ожидать отказа страны от атомной энергетики, как это сделали соседние Германия, Бельгия и Италия? Каковы перспективы трансформации французской электроэнергетики, произойдёт ли кардинальная смена модели энергообеспечения? В поисках ответов на эти вопросы заключается цель настоящей статьи.

Несмотря на актуальность, количество публикаций по данной проблематике в отечественной научной литературе не велико. Несколько работ посвящены развитию возобновляемой энергетики во Франции (Загребельная, Клековская 2017; Сотник, Ермоленко 2015), больше интереса привлекает исследование общих вопросов энергетического хозяйства Франции (Гречухин 2015; Котлер 2010; Преображенская 2005). Между тем вопрос выбора Францией модели низкоуглеродной электроэнергетики находится в центре полемики европейских учёных. Как правило, их исследования посвящены обоснованию предпочтительности той или иной модели развития: за отказ от АЭС в пользу ВИЭ (Verbruggen, Yurchenko 2017; Lorenz et oth. 2016) или наоборот (Malischek, Trüby 2016; Davis 2012, Jasserand, de Lavergne 2016). Некоторые работы анализируют различные сценарии развития французской электроэнергетики с позиций спроса и предложения (Maïzi, Assoumou 2014).

### **Экологизация экономики Франции как угроза атомной энергетике**

Стратегия ЕС в области энергетики и борьбы с изменением климата ставит перед странами Евросоюза конкретные целевые параметры по сокращению

уровня выбросов углекислого газа в атмосферу и по доле энергии из возобновляемых источников в общей структуре энергопотребления. Тем самым задаётся стимул для экологизации экономик государств ЕС (Зимаков 2018). Меры для достижения поставленных целей значительно различаются в зависимости от особенностей структуры экономики и энергетики каждой из стран. Франции сложно совместить достижение к 2020 г. целевого показателя в 23% доли зелёной энергетики в структуре энергопотребления с текущим уровнем выработки электроэнергии атомными электростанциями (Maïzi, Assoumou 2014).

Франсуа Олланд ещё на стадии своей предвыборной кампании в 2012 г. декларировал намерение сократить долю АЭС в производстве электроэнергии с 75% до 50% к 2025 г. Эта инициатива была включена в масштабную правительственную программу экологизации экономики, которая была закреплена «Законом о трансформации энергетики для (поддержки) зелёного роста»<sup>1</sup> (2017). Закон устанавливает следующие целевые показатели:

- снижение к 2030 г. выбросов парниковых газов на 40% от уровня 1990 г.;
- сокращение использования ископаемых видов топлива к 2030 г. на 30% от уровня 2012 г.;
- увеличение доли возобновляемой энергетики к 2030 г. до уровня 32% от общего потребления энергии и до 40% в выработке электроэнергии;
- сокращение энергопотребления к 2050 г. на 50% от уровня 2012 г.;
- снижение объёма захоронения мусора к 2025 г. на 50% от уровня 2012 г.;
- диверсификация пула генерирующих мощностей и сокращение к 2025 г. доли атомной энергетики до 50%.

Последний целевой показатель очень важен: речь идёт о сокращении доли АЭС в «энергомиксе» в полтора раза по сравнению с нынешним уровнем. В законе установлен максимальный суммарный уровень установленной генерирующей мощности атомных электростанций – 63,2 ГВт. Фактически взят за основу текущий показатель, который не должен расти в случае ввода новых мощностей. Это решение, на первый взгляд, избыточное в свете целей по сокращению доли атомной энергетики, не случайно. В настоящее время завершается строительство третьего энергоблока АЭС «Фламанвиль» мощностью 1650 МВт, и его ввод в эксплуатацию теперь невозможен без закрытия какой-либо действующей АЭС. *EdF*, эксплуатирующая французские АЭС, будет вынуждена при получении лицензии на новый энергоблок сдать лицензию на действующую электростанцию «Фессенхайм», которая давно стала объектом критики местных зелёных, а также правительств соседних Германии и Швейцарии.

К 2025 г. из 58 действующих во Франции атомных энергоблоков могут быть закрыты 17 (по заявлению министра окружающей среды Николя Юло в июле

<sup>1</sup> LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte URL: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000031044385&categorieLien=id> (accessed 26.10.2019)

2017 г.<sup>2)</sup> и даже 17-20 (по заключению Счётной палаты<sup>3)</sup>). Таким образом, во время президентского срока Франсуа Олланда был инициирован процесс трансформации энергетики, но конкретные его параметры не обозначены. Чтобы проследить возможную траекторию этого процесса, рассмотрим генезис действующей модели энергетики.

### План Мессмера и его результаты

Действующая модель французской электроэнергетики сформировалась под влиянием нефтяного кризиса 1973 г., который серьёзно затронул лишённую собственных энергоресурсов Францию. В конце 1973 г. правительство страны приняло программу стимулирования экономики в условиях нефтяного кризиса, нацеленную на обеспечение энергонезависимости и включавшую меры по экономии топлива. 5 мая 1974 г. была утверждена долгосрочная программа развития атомной энергетики под девизом «Всё атомное, всё электрическое» – т.н. «план Мессмера» (премьер-министр Пьер Мессмер курировал разработку программы)<sup>4)</sup>, предполагавшая строительство 80 АЭС к 1985 г. и 170 к 2000 г. Помимо этого общего долгосрочного целеполагания, на краткосрочную перспективу были поставлены конкретные задачи: в течение ближайших двух лет предусматривалось начать строительство тринадцати реакторов мощностью 900 МВт. Аналогичная двухлетняя программа на ещё 12 ГВт мощности была утверждена и на 1976-1977 гг. В середине 1975 г. было согласовано строительство четырёх реакторов нового типа по 1300 МВт, а в последующие годы закладка новых АЭС продолжалась ежегодно. Первые реакторы, заложенные после 1974 г., вошли в строй в 1977 г. К концу 1980-х гг. было введено в эксплуатацию 34 реактора мощностью 900 МВт и 20 реакторов мощностью 1300 МВт. В следующем десятилетии были построены четыре реактора установленной мощностью 1500 МВт.

В силу ряда причин в дальнейшем принцип «всё атомное, всё электрическое» не был реализован буквально. Не удалось выполнить намеченное замещение углеводородов электроэнергией, прежде всего из-за уровня развития технологии на транспорте. Правда, низкие цены на электроэнергию способствовали переводу существенной части (около трети) домохозяйств на элект-

<sup>2</sup> Nicolas Hulot s'engage à fermer plusieurs réacteurs nucléaires. RTL5, 10.07.2017 URL: <http://5minutes.rtl.lu/laune/actu/1055071.html> (accessed 26.10.2019)

<sup>3</sup> EDF ne prévoit pas de fermer plus de deux réacteurs nucléaires en France URL: <http://www.europe1.fr/economie/edf-ne-prevoit-pas-de-fermer-plus-de-deux-reacteurs-nucleaires-en-france-2669821> (accessed 26.10.2019)

<sup>4</sup> Программа развития атомной энергетики разрабатывалась уже в конце 1960-х гг. В начале 1970-х гг. по рекомендации Консультативной комиссии по производству электроэнергии на ядерных установках (PEON) был принят план по строительству АЭС общей мощностью 8 ГВт и начались работы в этом направлении. В частности, строительство упоминавшейся АЭС «Фессенхайм» было начато в 1971 г. Предложения по ускоренной реализации программы поступили в правительство от межминистерской комиссии в мае 1973 г., то есть до начала нефтяного кризиса. Нефтяной шок ускорил принятие этого решения и побудил к многократному расширению масштабов программы.

трическое отопление (Le Coq 2018). В настоящее время на долю атомной энергетики приходится около 40% энергопотребления страны и 75% в производстве электроэнергии (изменение структуры производства электроэнергии показано в табл. 1).

**Табл. 1. Производство электроэнергии во Франции в 1960-2015 гг, %.**  
**Table 1. Electricity production in France in 1960-2015, %.**

	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2015
<b>Угольные ТЭС</b>	36%	31%	27%	8%	6%	5%	2%
<b>ГЭС</b>	54%	39%	27%	13%	12%	11%	10%
<b>Газовые ТЭС</b>	5%	4%	3%	1%	2%	4%	4%
<b>АЭС</b>	-	4%	24%	75%	78%	76%	78%
<b>Мазутные ТЭС</b>	4%	22%	19%	2%	1%	1%	-
<b>ВИЭ</b>	-	-	-	-	1%	3%	6%

*Источник:* составлено по данным World Development Indicators Всемирного банка. <https://data.worldbank.org>

### **Действующая модель энергетики: преимущества и недостатки**

В настоящее время парк АЭС составляет 58 реакторов общей установленной мощностью в 63,13 ГВт. Помимо этого, во Франции эксплуатируются ТЭС: газовые общей мощностью 11,7 ГВт, угольные мощностью 2,99 ГВт и мазутные – 2,9 ГВт. Общая мощность средних и малых ГЭС составляет 25,3 ГВт. Среди других видов зелёной генерации ведущую роль играет ветровая энергетика – 15,4 ГВт установленной мощности, за ней следуют солнечные электростанции – 8,6 ГВт, и биомасса – 2 ГВт<sup>5</sup>. Франция находится на втором месте в мире по производству электроэнергии атомными электростанциями, на девятом – по производству электроэнергии ветровыми электростанциями и на седьмом – солнечными. В целом по производству электроэнергии Франция находится на десятом месте в мире и на втором в ЕС<sup>6</sup>.

Для достижения высокого по международным меркам показателя доли АЭС в производстве электроэнергии французским специалистам пришлось решить сложные технические вопросы. Дело в том, что система энергоснабжения должна обладать такими качествами, как сбалансированность и надёжность, при этом иметь определённую гибкость, позволяющую оперативно реагировать на колебания в потреблении электроэнергии. Для обеспечения надёжности в системе постоянно со стабильной отдачей работают базовые генерирующие мощ-

<sup>5</sup> По данным французского сетевого оператора RTE. <http://www.rte-france.com/en/eco2mix/chiffres-cles-en> (accessed 26.10.2019)

<sup>6</sup> По состоянию на 2017 г. согласно данным International Energy Agency. IEA—Key World Energy Statistics 2019. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2017.pdf> (accessed 26.10.2019)

ности, на роль которых идеально подходят АЭС и угольные ТЭС. Запуск и остановка электростанций такого типа занимает продолжительное время, и они не могут оперативно реагировать на внезапно возникшие потребности изменением мощности. Этой способностью обладают мощности из «горячего» резерва, как правило, газовые или дизельные/мазутные электростанции. ГЭС занимают промежуточное положение, так как при выполнении базовой функции имеют существенный запас гибкости. Энергосети построены с возможностью организации перетоков избыточных мощностей, чтобы регулировать колебания спроса при относительно постоянной работе крупных базовых электростанций.

Для Франции с её парком АЭС было необходимо найти техническое решение, позволяющее энергосистеме работать стабильно и гибко. В результате часть французских АЭС работает в режиме базовой нагрузки, а часть – в гибком режиме, обеспечивая компенсацию суточных и недельных колебаний в потреблении электроэнергии. Для этого применяется как временное снижение мощности АЭС, так и временное отключение АЭС от сети. Достаточно высокая доля «гибкой» газовой генерации в «энергомиксе» свидетельствует о том, что и её роль в обеспечении работоспособности системы важна. Сверх того, балансированию системы способствуют трансграничные поставки электроэнергии. Будучи нетто-экспортёром электроэнергии, Франция поставляет электроэнергию в сопредельные Италию, Швейцарию, Испанию, Великобританию, Бельгию, реже – в Германию. С другой стороны, в периоды пиковых нагрузок, когда не получается быстро вывести «балансирующие» АЭС на максимальную мощность, французская энергосистема импортирует электроэнергию, прежде всего, из Германии.

Технически успешное решение описанной проблемы оставляет ряд вопросов относительно его экономической эффективности. При высокой доле условно-постоянных издержек эксплуатация АЭС на мощности ниже максимальной сопряжена со значительными экономическими потерями на единицу произведённой электроэнергии. Большие капитальные затраты, понесённые в годы строительства, делают временные остановки АЭС при последующей эксплуатации экономически неоправданными.

Таким образом, действующая модель энергетики Франции не лишена недостатков, связанных с высокой долей атомной генерации. Основные аргументы в пользу такой модели – энергетическая независимость и низкая стоимость электроэнергии – на поверку оказываются устаревшими. В конечном энергопотреблении доля импортного топлива (уголь, нефтепродукты и природный газ) составляет около половины. А если учесть, что французские АЭС работают преимущественно на импортном сырье, то тезис о высокой энергонезависимости Франции оказывается по меньшей мере спорным.

В последние годы поставлен вопрос о правомерности методики, по которой рассчитывается себестоимость электроэнергии, произведённой на АЭС. Ряд исследователей (Davis 2012; Lorenz et oth. 2016) показали, что фактическая



себестоимость вырабатываемой на АЭС электроэнергии выше аналогичного показателя у других видов генерации, если принимать во внимание не только эксплуатационные издержки, но также начальные и перспективные (вывод из эксплуатации) капитальные затраты, включая утилизацию ядерных отходов. Справедливо указывается (Корню 2017), что атомная энергетика сохраняет тесную генетическую связь с военной атомной программой, цементирующую позиции мирной атомной программы как квазиэлемента оборонного комплекса. Влияние государственной политики на развитие атомной энергетики во Франции особенно заметно: строительство и эксплуатация АЭС велись государственными компаниями-монополистами *EdF* и *Areva* с санкции правительства. Более того, до 2006 г. эти компании вели строительство АЭС в комфортных условиях: в отсутствие жёстких законодательных ограничений и контроля со стороны общественности (Røgen 2013). Таким образом, экономические соображения не всегда играли ведущую роль в развитии мирного атома.

### Энергетика Франции в поиске оптимальной модели

В современных условиях прежняя модель доминирования атомной энергетики потеряла свой статус «политической неприкосновенности». Вопрос о целесообразности прежней модели либо её модификации назревал давно. Во-первых, его актуальность обусловлена возрастом атомных электростанций: проектный срок французских реакторов составляет 40 лет, и по достижении этого возраста необходимо принять решение либо о продлении их эксплуатации, либо о закрытии. Учитывая безаварийную работу французских реакторов на протяжении свыше тридцати лет, а также принципиальное согласие со стороны *Westinghouse – Framatome* (разработчика оригинального проекта французских АЭС), продление срока работы реакторов на десять лет не представляет технической сложности. Однако даже в этом случае неизбежно настанет период «залпового» вывода из эксплуатации мощностей, массово запущенных по «плану Мессмера». Франции предстоит непростой поиск дальнейшего пути развития энергетики из множества альтернативных вариантов, и каждый из них сопряжён с существенными затратами.

Первый вариант – вывод АЭС из эксплуатации – означает расходы на демонтаж, которые должны компенсироваться из специальных фондов, накапливаемых компаниями, эксплуатирующими АЭС. Ускорение темпов формирования этих фондов заметно повысит стоимость электроэнергии. Приблизительное представление о размере затрат на вывод одной АЭС из эксплуатации можно получить на примере АЭС «Фессенхайм», которую *EdF* должна закрыть, чтобы остаться в пределах нового законодательно установленного «потолка» суммарной мощности АЭС в 63,2 ГВт. Так как решение о закрытии этой АЭС инициировало французское правительство, прямые и косвенные расходы на вывод из

эксплуатации АЭС «Фессенхайм» на сумму 490 млн евро, без учёта компенсации упущенной выгоды<sup>7</sup>, будут компенсированы компании *EdF* из бюджетных средств.

Отказ от атомной энергетики представляет собой маловероятный, но возможный сценарий, если учитывать опыт других европейских стран.

Другой сценарий заключается в продлении срока службы АЭС. Это экономически выгодно, поскольку первоначальные высокие капитальные затраты уже окупились, а эксплуатационные затраты невелики. Полностью амортизированный актив способен вырабатывать относительно недорогую электроэнергию на протяжении последующих десяти лет. Однако продление срока службы АЭС может быть сопряжено с проведением дорогостоящих капитальных ремонтов и модернизации для повышения уровня безопасности. Вдобавок продление срока службы реакторов не является собственно решением проблемы, а лишь отодвигает его на время, когда вывод старых мощностей из эксплуатации станет неизбежен.

Выбытие выработавших ресурс реакторов должно компенсироваться вводом новых мощностей. Между тем стоимость строительства атомных реакторов постоянно увеличивается, как можно видеть на примере строительства «европейского реактора третьего поколения» – АЭС «Фламанвиль». Изначально (реализация проекта ведётся с 2007 г.) стоимость реактора мощностью в 1650 МВт оценивалась в 3,3 млрд евро (или 2 млн евро за МВт мощности), а согласно последним официальным данным, затраты составили 10,5 млрд евро<sup>8</sup> (6,3 млн евро/МВт). Отметим, что третий энергоблок АЭС «Олкилуото» в Финляндии, сооружаемый по аналогичному проекту *Areva*, имеет такой же порядок затрат (Haas et oth. 2019).

Изменения в энергетическом секторе предполагают сокращение производства электроэнергии не только на АЭС, но также, и в первую очередь, из ископаемых видов топлива. За последние десять лет во Франции было закрыто более половины имевшихся угольных электростанций. Только в 2015 г. были выведены из эксплуатации семь энергоблоков общей мощностью 1758 МВт. В 2016 г. президент Олланд заявил о планах закрыть угольные ТЭС до 2023 г. Президент Эммануэль Макрон не только подтвердил эти намерения, но и ускорил срок вывода до 2021 г.<sup>9</sup>

Аналогичная ситуация с ТЭС, работающими на мазуте: в 2016 г. были остановлены два энергоблока ТЭС «Арамон» суммарной мощностью 1370 МВт, в

<sup>7</sup> Compensation protocol for the closure of the Fessenheim nuclear plant. EdF press release, 24/01/2017. <https://www.edf.fr/en/the-edf-group/dedicated-sections/journalists/all-press-releases/compensation-protocol-for-the-closure-of-the-fessenheim-nuclear-plant> (accessed 26.10.2019)

<sup>8</sup> <https://www.edf.fr/en/groupe-edf/producteur-industriel/carte-des-implantations/centrale-nucleaire-de-flamanville-3/presentation> (accessed 26.10.2019)

<sup>9</sup> <http://www.independent.co.uk/news/world/europe/france-coal-power-station-emmanuel-macron-davos-shut-2021-a8176796.html> (accessed 26.10.2019)



мае 2017 г. закрыта ТЭС «Поршвиль» мощностью 2400 МВт; оба блока ТЭС «Кордмэ» остановлены в 2017 и 2018 гг.

На протяжении последнего десятилетия французское правительство активно содействовало развитию генерации из возобновляемых источников энергии, прежде всего, ветровой и солнечной. Принятое в 2005 г. законодательство<sup>10</sup> предусматривало поддержку строительства солнечных и ветровых электростанций с помощью гарантированных фиксированных тарифов за производимую электроэнергию. Эта политика оказалась успешной: практически с нулевого уровня в 2005 г. к 2015 г. были введены в эксплуатацию 9 ГВт мощностей солнечных электростанций и свыше 15 ГВт – ветровых.

Во Франции хорошо развита гидроэнергетика: по общей установленной мощности ГЭС в Европе страна уступает лишь Норвегии. При этом Франция имеет потенциал для увеличения доли ГЭС в «энергомиксе» с нынешних 13%.

Указанные тенденции прослеживаются на основе статистики по производству электроэнергии (см. табл. 2). Как можно увидеть, количество электроэнергии, производимое на угольных и мазутных ТЭС, снижается, а объём генерации ВИЭ стабильно растёт.

**Табл. 2. Производство электроэнергии во Франции 2012-2018 гг., млрд кВт/ч.**  
**Table 2. Electricity production in France in 2012-2018, TWh.**

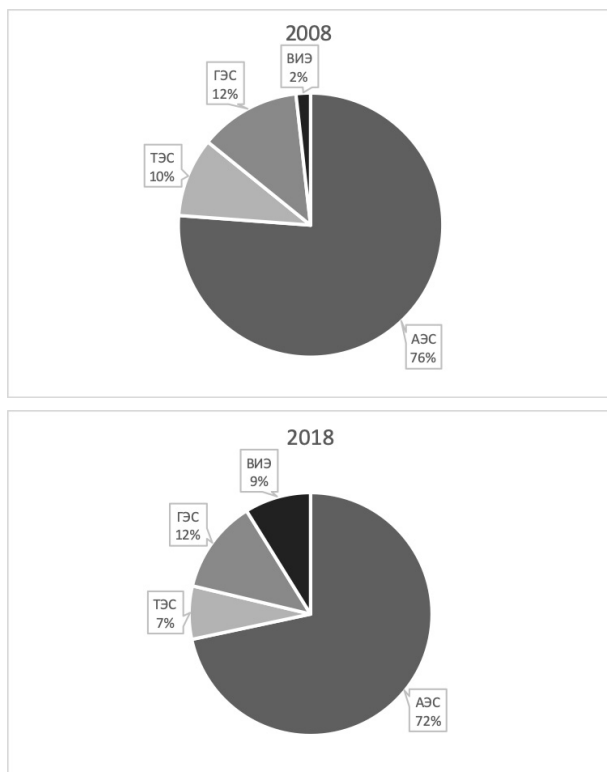
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>АЭС</b>	405	404	415.9	416.8	384	379.1	393.2
<b>ТЭС угольные</b>	17.4	19.9	8.4	8.6	7.3	9.7	5.8
<b>ТЭС мазутные</b>	6.7	3.8	3.3	3.8	2.6	2.8	2.2
<b>ТЭС газовые</b>	24	19.9	14.3	21.9	35.4	40.9	31.4
<b>ГЭС</b>	63.8	75.5	68.1	59.1	64	53.6	68.3
<b>Ветровые</b>	14.9	15.9	17.1	21.1	20.9	24	27.8
<b>Солнечные</b>	4.1	4.7	5.9	7.4	8.4	9.2	10.2
<b>Биомасса</b>	5.8	7.1	7.5	8	8.7	9.1	9.7
<b>Всего</b>	542	550	540.4	546.8	531.4	528.4	548.6

*Источник:* по данным сетевого оператора RTE<sup>11</sup>.

За 2008-2018 гг. в структуре производства электроэнергии при сопоставимом объёме (около 550 млрд кВт-ч) заметно возросла доля ВИЭ при сокращении доли ТЭС и АЭС (см. диаграмма 1).

<sup>10</sup> Loi de programme fixant les orientations de la politique énergétique, n° 2005-781, 13 juillet 2005.

<sup>11</sup> Production nationale annuelle par filière. Электронный ресурс. URL: <https://opendata.rte-france.com>



**Диаграмма 1. Производство электроэнергии во Франции в 2008 и 2018 годах, %.**  
**Figure. 1. Electricity production in France in 2008 and 2018, %.**

*Источник:* по данным сетевого оператора RTE<sup>12</sup>.

Таким образом, логика трансформации французской энергетики очевидна: переход от традиционной модели к экологичной, что отвечает общеевропейскому тренду экологизации экономики и энергетики в частности. Однако отдельные параметры исходных страновых моделей в ЕС существенно различаются, и схожие вопросы решаются по-разному. Для Франции ключевой вопрос трансформации энергетики заключается в нахождении баланса атомной и зелёной энергетики.

### Французская модель энергетики будущего

Видение нынешним правительством целевой модели энергетического сектора представлено в программных документах. Это, прежде всего, уже упоминавшийся «Закон о трансформации энергетики для (поддержки) зелёного роста» 2015 г., который задаёт высокие целевые параметры. Далее, 176-я статья закона предписывает формирование специального документа – «Многолетнего

<sup>12</sup> Production nationale annuelle par filière. Электронный ресурс. URL: <https://opendata.rte-france.com>

энергетического плана» (*Programmation pluriannuelle de l'énergie*), который должен содержать конкретные шаги по достижению установленных законом целей на пятилетнюю перспективу. Первый план, охватывающий период 2016-2018 и 2019-2023 гг., был принят в октябре 2016 г. с условием промежуточного пересмотра в 2018 г. В январе 2019 г. План был обновлён на период 2019-2023 и 2024-2028 гг.

Анализ этих Планов позволяет заключить, что «энергомикс» Франции будет постепенно меняться в сторону комбинации зелёной энергетики и атомной в отношении 40% и 50%. Достижение этой цели к 2025 г. не реально: сетевой оператор RTE в специальном исследовании показал, что при массовом выводе реакторов из эксплуатации компенсировать выбытие мощностей способно только ускоренное строительство газовых ТЭС, что противоречит целям экологической трансформации<sup>13</sup>. Исходя из этого, правительство пересмотрело временные рамки перехода к новому «энергомиксу»: к 2023 г. соотношение зелёной энергетики и атомной должно составить 27% и 67%, а к 2028 г. – 33-36% и 59-61%. Достижение уровней 40% и 50% ожидается не раньше 2035 г. По некоторым признакам можно предположить, что оставшаяся доля генерации перейдёт ТЭС на природном газе. Например, в «Многолетнем плане» большое внимание уделено вопросу обеспечения надёжности и стабильности поставки электроэнергии, и в этой связи говорится о необходимости поддерживать достаточные запасы в подземных хранилищах газа. Особое место в Плане занимают газовые ТЭС, совмещающие производство электроэнергии с теплоснабжением.

Действительно, газовые ТЭС удачно дополняют систему, сочетающую «инертные», но стабильные атомные электростанции, с нестабильной зелёной генерацией, поскольку газовые турбины способны гибко реагировать на пики и спады потребления. Однако в условиях либерализованного рынка электроэнергии строительство газовых ТЭС в инвестиционном отношении менее привлекательно, чем проекты зелёной генерации, получающие господдержку. Проблему низкой инвестиционной привлекательности традиционных генерирующих мощностей и, как следствие, их дефицита призван решить механизм «платы за мощность», который был запущен в январе 2017 г. Теперь энергокомпании обязаны обеспечить гарантированное наличие заявленных мощностей в обмен на получение соответствующей тарифной составляющей при расчётах с потребителями. Это решение, законодательно принятое ещё в 2010 г.<sup>14</sup>, учтено в «Многолетнем плане» как важный элемент обеспечения надёжности поставок электроэнергии.

Кроме того, для решения проблемы стабильности поставок электроэнергии в «Многолетнем плане» предусмотрено строительство гидроаккумулирующих

<sup>13</sup> Long-Term Adequacy Report on the electricity supply-demand balance in France. RTE, 2017 [https://www.rte-france.com/sites/default/files/bp2017\\_synthese\\_va.pdf](https://www.rte-france.com/sites/default/files/bp2017_synthese_va.pdf) (accessed 26.10.2019)

<sup>14</sup> Loi portant nouvelle organisation du marché de l'électricité, N 2010-1488, 7 décembre 2010.

электростанций общей мощностью 1-2 ГВт в период 2025-2030 гг. ГАЭС способны работать как накопители электроэнергии, отдавая энергию в период пиковой нагрузки.

Установленные мощности зелёной генерации планируется нарастить к 2023 г. до 74 ГВт, а к 2028 г. до 110 ГВт, что превышает ограниченный законом потолок суммарной мощности АЭС в 63,2 ГВт. Это не противоречит целевому «энергомиксу» 50% АЭС и 40% ВИЭ, так как у зелёной генерации доля в «энергомиксе» ниже, чем доля в установленной мощности. Например, в соседней Германии доля ВИЭ в производстве электроэнергии составляет 35%, а в генерирующих мощностях 51%<sup>15</sup> (Зимаков 2017).

Таким образом, основной фокус «многолетнего плана» сконцентрирован преимущественно на расширении мощностей зелёной энергетики и связанных с этим вопросах. Что же касается дальнейшей судьбы атомной энергетики, то с одной стороны, есть понимание, что ряд АЭС будут закрыты. Как уже упоминалось, первыми будут выведены из эксплуатации два энергоблока АЭС «Фессенхайм». В новом «Многолетнем плане» к 2035 г. планируется вывести 14 реакторов мощностью по 900 МВт. На практике после 2015 г. не было оставлено ни одного реактора, а сроки закрытия АЭС постоянно отодвигаются на более отдалённую перспективу. Принимая во внимание, что средний возраст реакторов составляет 35 лет, а к 2025 г. суммарная мощность реакторов, не достигших 40-летнего возраста, составит 30 ГВт, можно ожидать продления срока службы части реакторов ещё на десять лет.

Реакторы, срок эксплуатации которых достиг 40 лет, подлежат инспекции Агентства ядерной безопасности. По её результатам будет приниматься решение либо о продлении эксплуатации на условиях, указанных Агентством (модернизация, ремонт и т. д.), либо о закрытии. Остановка АЭС может быть произведена только в том случае, если выбывающие мощности будут скомпенсированы соответствующим ростом экологически чистой генерации. Помимо уровня развития зелёной генерации, при решении вопроса будет учитываться целый спектр внутренних и внешних факторов: текущий и перспективный уровень востребованности мощностей АЭС, ситуация в энергетике сопредельных стран и трансграничные перетоки электроэнергии, затраты на эксплуатацию и стоимость производимой электроэнергии, стоимость возможной модернизации реакторов по требованию Агентства ядерной безопасности.

## Выводы

В достижении целей экологизации энергетики Франция демонстрирует прагматичный подход. Закрытие АЭС не должно нарушить надёжность энер-

<sup>15</sup> Monitoringbericht 2018. Bundesnetzagentur, Bonn. 2019. URL: <https://www.bundesnetzagentur.de>

госнабжения, не должно привести ни к увеличению выбросов парниковых газов тепловыми электростанциями, ни к удорожанию электроэнергии. Вопрос о скорейшем закрытии реакторов в повестке дня не стоит. Оптимизацию «энергомикса» планируется достичь, в первую очередь, за счёт органического роста зелёной энергетики, и лишь по мере её становления, при наличии благоприятной ситуации на рынке, будут приниматься решения по закрытию конкретных реакторов.

Сокращение числа АЭС обусловлено комплексом причин, об отказе Франции от атомной энергетики речь не идёт. Наоборот, ядерная энергия рассматривается как важная низкоуглеродная технология, позволяющая достичь углеродной нейтральности к 2050 г. Не случайно именно Франция на саммите ЕС в мае 2019 г. выступила с инициативой ужесточения европейских экологических целей – полной декарбонизации энергетики к 2050 г.<sup>16</sup>

Французское правительство уделяет большое внимание развитию атомной энергетики полного цикла с системой утилизации и дальнейшего использования ядерных отходов. Особое место отводится финансированию разработок ядерных реакторов нового поколения. Хотя в связи с неблагоприятной рыночной конъюнктурой прекращена постройка прототипа реактора на быстрых нейтронах (проект *ASTRID*), разработка других перспективных технологий продолжается. В частности, на территории Франции при активном участии французских специалистов реализуется проект международного экспериментального термоядерного реактора *ITER*. Не стоит сбрасывать со счетов и сохранение французской военной ядерной программы, имеющей высокий уровень интеграции с мирной энергетикой.

Таким образом, в стремлении к экологизации Франция сделала ставку на сбалансированное сочетание зелёной и атомной энергетики. Французская модель – это сравнительно мягкий и социально комфортный вариант, позволяющий избежать серьёзных проблем, вызванных нестабильностью возобновляемых источников. Имеющиеся модели низкоуглеродной энергетики в странах-членах ЕС существенно различаются, а исходные позиции процесса трансформации энергетики и возможности преобразований изначально не равны. Поэтому наличие у европейских стран альтернативных моделей низкоуглеродной электроэнергетики крайне важно для достижения стратегических общеевропейских целей экологизации экономики.

#### **Об авторе:**

**Андрей Владимирович Зимаков** – кандидат экономических наук, научный сотрудник Центра европейских исследований, Национальный исследовательский институт Мировой экономики и международных отношений имени Е.М. Примакова РАН. Адрес: 117997, Москва, Профсоюзная ул., 23. E-mail: zimakov@newmail.ru.

<sup>16</sup> Эта инициатива не нашла поддержки у стран, отказавшихся от АЭС, например, у Германии.



**Конфликт интересов:**

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Received: 28.06.2019

Accepted: 10.10.2019

# French Energy Sector in Search for Optimal Model

A.V. Zimakov

DOI 10.24833/2071-8160-2019-5-68-156-171

Primakov National Research Institute of World Economy and International Relations, Russian Academy of Sciences

**Abstract:** Clean energy transition is one of major transformation processes in the EU. There are different approaches among EU countries to decarbonization of their energy systems. The article deals with clean energy transition in France with the emphasis on power generation. While this transformation process is in line with similar developments in the EU, the French case has its distinct nature due to nuclear power domination in electricity production there. It represents a challenge for the current model as the transition is linked to a sharp drop of nuclear share in the power mix. It is important to understand the trajectory of further clean energy transition in France and its ultimate model. The article reviews the historical roots of the current model (which stems from Messmer plan of the 1970-es) and its development over years, as well as assesses its drawbacks and merits in order to outline possible future prospects. The conclusion is that the desired reduction of nuclear energy is linked not solely to greening process but has a complex of reasons, the ageing of nuclear reactors being one of them. Nuclear power remains an important low-carbon technology allowing France to achieve carbon neutrality by 2050. A desired future energy model in France can be understood based on the analysis of new legislation and government action plans. The targeted model is expected to balance of nuclear and green energy in the generation mix in 50% to 40% proportion by 2035, with the rest left to gas power generation. Being pragmatic, French government aims at partial nuclear reactors shut down provided that this will not lead to the rise of GHG emissions, energy market distortions, or electricity price hikes. The balanced French model is believed to be a softer and socially comfortable option of low-carbon model.

**Key words:** France, EU, EU energy market, energy in France, nuclear phase out, nuclear power plant, nuclear energy, clean energy transition, decarbonization, renewables

**About the author:**

**Andrei V. Zimakov** – Candidate of Science in Economics, research fellow Center for European Studies, Primakov Institute of World Economy and International Relations, Russian Academy of Sciences. Address: 23, Profsoyuznaya Str., Moscow, 117997, Russian Federation.  
E-mail: zimakov@newmail.ru.

**Conflict of interests:**

The author declares absence of conflict of interest.

**References:**

- Boccard N. 2014. The cost of Nuclear Electricity: France after Fukushima. *Energy Policy*. 66. P. 450-461.
- Davis L. 2012. Prospects for Nuclear Power. *Journal of Economic Perspectives*. 26(1). P. 49-66.
- Jasserand F., de Lavergne J. G. D. 2016. Initial Economic Appraisal of Nuclear District Heating in France. *EPJ Nuclear Sciences & Technologies*. Vol. 2. P. 39.
- Jasper J. 2014. *Nuclear Politics: Energy and the State in the United States, Sweden, and France*. Princeton: Princeton University Press. 348 p.
- Haas R., Thomas S., Ajanovic A. 2019. The Historical Development of the Costs of Nuclear Power. The Technological and Economic Future of Nuclear Power. *Energiepolitik und Klimaschutz. Energy Policy and Climate Protection*. Wiesbaden: Springer VS. DOI: 10.1007/978-3-658-25987-7\_5
- Lorenz C., Brauers H., Gerbaulet C., Hirschhausen C., Kemfert C., Kendziorowski M., Oei P.-Y. 2016. Atomkraft ist nicht wettbewerbsfähig – Auch im Vereinigten Königreich und Frankreich ist Klimaschutz ohne Atomkraft möglich. *DIW Wochenbericht*. Nr. 44. P. 1047-1054.
- Maïzi N., Assoumou E. 2014. Future Prospects for Nuclear Power in France. *Applied Energy*. Vol. 136. P. 849-859.
- Malischek R., Trüby J. 2016. The Future of Nuclear Power in France: an Analysis of the Costs of Phasing-Out. *Energy*. 116. P. 908-921.
- Røren E. 2013. *Histoire du nucléaire civil en France: une prise de conscience graduelle de la société française?* Université d'Oslo. 138 p. URL: <https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/37060/FRAx4590xMaix2013.pdf> (accessed 26.10.2019)
- Verbruggen A., Yurchenko Y. 2017. Positioning Nuclear Power in the Low-Carbon Electricity Transition. *Sustainability*. 9(1). P. 163.
- Grechekhin K.E. 2015. Obščaya charakteristika i problemy razvitiya atomnoi promyshlennosti Frantsii [The General Characteristics and Problems of Development of the Nuclear Industry in France]. *Regionalnye problemy preobrazovanija ekonomiki*. 8(58). P. 105-120. (in Russian)
- Kaveshnikov N. Yu. 2015. Strategia ES v oblasti klimata i energetiki. [EU Strategy on Climate and Energy]. *Sovremennaya Evropa*. 1 (61). P. 93-103. (in Russian)
- Kornu B.L.F., Reishahrit E.I. 2017. Atomnaya energetika Frantsii. *NovaInfo.Ru*. 1(67). P. 241-247. (in Russian)
- Kotler V.R. 2010. Energetiki Frantsii narashchivayut moshchnosti bez uvelicheniya vybrosov CO<sub>2</sub>. [French Energy Sector Builds-Up Capacities without CO<sub>2</sub> Increase]. *Energokhozyaistvo za rubezhom*. 3(250). P. 16-19. (in Russian)
- Ovakimyan M.S. 2016. Toplivno-energeticheskii kompleks Frantsii [Energy Sector in France]. *Frantsiya na poroge peremen: ekonomika i politika v nachale XXI veka*. P. 66-71. (in Russian)
- Preobrazhenskaya L.B. 2005. Atomnaya energetika Frantsii [Nuclear Power in France]. *Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya*. № 1. P. 2-11. (in Russian)
- Sotnik I.N., Ermolenko A.S. 2015. Atomnaya i al'ternativnaya energetika Frantsii: problemy razvitiya [Nuclear Energy and Renewables in France: Problems of Growth]. *Sotsial'no-ekonomicheskie problemy razvitiya staropromyshlennykh regionov*. P. 58. (in Russian)

Zagrebelnaya N.S., Klekovskaya S.R. 2017. Razvitie vozobnovlyaemykh istochnikov energii vo Frantsii [Development of Renewables in France]. *Etnosotsium i mezhnatsional'naya kul'tura*. 9(111). P. 114-123 (in Russian)

Zimakov A. 2017. Transformatsiya energetiki Germanii: sud'ba atomnoi i ugol'noi otrasli [German Energy Market Transformation: From Nuclear Phase-Out to Coal Fired Plants Shut-down]. *Sovremennaya Evropa*. 5(77). P. 74-85 (in Russian)

Zimakov A. 2018. Transformatsiya setevoi infrastruktury v protsesse ekologizatsii energetiki ES [Energy Infrastructure Transformation as Part of Clean Energy Transition in the EU]. *Mirovaya Ekonomika I Mezhdunarodnye Otnosheniya*. № 12. P. 46-54. DOI: 10.20542/0131-2227-2018-62-12-46-54 URL: [https://www.imemo.ru/jour/meimo/index.php?page\\_id=1248&file=https://www.imemo.ru/files/File/magazines/meimo/12\\_2018/06\\_ZIMAKOV.pdf](https://www.imemo.ru/jour/meimo/index.php?page_id=1248&file=https://www.imemo.ru/files/File/magazines/meimo/12_2018/06_ZIMAKOV.pdf) (accessed 26.10.2019) (in Russian)

#### Литература на русском языке:

Гречухин К.Е. 2015. Общая характеристика и проблемы развития атомной промышленности Франции. *Региональные проблемы преобразования экономики*. 8(58). С. 105-120.

Загребельная Н.С., Клековская С.Р. 2017. Развитие возобновляемых источников энергии во Франции. *Этносоциум и межнациональная культура*. 9(111). С. 114-123.

Зимаков А.В. 2017. Трансформация энергетики в Германии: судьба атомной и угольной отрасли. *Современная Европа*. 5(77). С. 74-85

Зимаков А.В. 2018. Трансформация сетевой инфраструктуры в процессе экологизации энергетики ЕС. *Мировая экономика и международные отношения*. № 12. С. 46-54. DOI: 10.20542/0131-2227-2018-62-12-46-54 URL: [https://www.imemo.ru/jour/meimo/index.php?page\\_id=1248&file=https://www.imemo.ru/files/File/magazines/meimo/12\\_2018/06\\_ZIMAKOV.pdf](https://www.imemo.ru/jour/meimo/index.php?page_id=1248&file=https://www.imemo.ru/files/File/magazines/meimo/12_2018/06_ZIMAKOV.pdf) (дата обращения 26.10.2019)

Кавешников Н.Ю. 2015. Стратегия ЕС в области климата и энергетики. *Современная Европа*. 1(61). С. 93-103

Корню Б.Л.Ф., Рейшахрит Е.И. 2017. Атомная энергетика Франции. *NovaInfo.Ru*. 1(67). С. 241-247.

Котлер В.Р. 2010. Энергетики Франции наращивают мощности без увеличения выбросов CO<sub>2</sub>. *Энергохозяйство за рубежом*. 3(250). С. 16-19.

Овакимян М.С. 2016. Топливо-энергетический комплекс Франции. *Франция на пороге перемен: экономика и политика в начале XXI века*. С. 66-71.

Преображенская Л.Б. 2005. Атомная энергетика Франции. *Энергия: экономика, техника, экология*. № 1. С. 2-11.

Сотник И.Н., Ермоленко А.С. 2015. Атомная и альтернативная энергетика Франции: проблемы развития. *Социально-экономические проблемы развития старопромышленных регионов*. С. 58.