

# Японская энергетическая политика от инсайдера

This article is reproduced from the HP of Japan Economic Foundation (JEF), with permission of JEF. 18 апреля 2016 г.  
Оригинал: Special Article 2 **Inside Japan's Long-term Energy Policy** by Ken Koyama, chief economist and managing director at the Institute of Energy Economics / Japan Economy, Culture & History **Japan SPOTLIGHT** Bimonthly, Japan Spotlight (March-April) Issue No. 158", p. 14-17; Publisher: Japan Economic Foundation  
Перевод на русский язык – Попов С.П., 3 ноября 2015 г.



**Кен Кояма**

*Кен Кояма – главный экономист и управляющий директор Института Экономики Энергетики Японии. Он эксперт в области энергетической безопасности и политико-экономического анализа мировых энергетических рынков, а также нефти и газа, с выделением стран Азиатско-Тихоокеанского и Ближнего Востока.*

contact:report@tky.iej.or.jp

## Введение

Министерство экономики, торговли и промышленности (МЭТП)<sup>1</sup> 16 июля 2015 г. официально одобрило новую редакцию "Долгосрочного прогноза энергоснабжения [Японии]" до 2030 финансового года (далее – Прогноз). Первый пересмотр данного документа за пять лет представляет собой важную веху в обновлении японской энергетической политики в свете Великого землетрясения Восточной Японии и Фукусимской ядерной катастрофы. В этой статье я рассмотрю значимость этого Прогноза, проблемы, обсуждаемые в ходе дискуссий по его подготовке, важные моменты в содержании документа и ожидаемые вызовы; в то же время по-крупному описывая ситуацию, которой соответствует данный Прогноз.

## Значимость Прогноза

Будучи третьей по величине ВВП страной в мире, Япония находится среди крупнейших в мире потребителей энергии. Нехватка ресурсов ископаемого топлива на своей территории и чрезвычайно низкая энергетическая самообеспеченность придают стабильно высокий приоритет проблеме энергоснабжения в японской политике. Правительство и частный сектор объединяют свои усилия для продвижения необходимых мер по обеспечению надёжного энергоснабжения, которые рассматриваются в качестве основы энергетической безопасности. Подобные меры приобретают также всё большее значение в связи с проблемами изменения климата.

Длительные сроки инвестиционных циклов в энергетической инфраструктуре влияют на будущую структуру спроса и предложения, что требует особого внимания при обеспечении надёжного энергоснабжения. Как правило, мероприятия по строительству и началу функционирования крупной электростанции – от проектирования, планирования, получения права на земельный участок, начала работ и до завершения строительства, занимает от 10 до 15 и более лет. Такая длительность инвестиционного цикла ведёт к необходимости заранее выстраивать видение желаемой

<sup>1</sup> Министерство экономики, торговли и промышленности Японии – МЭТІ (ПСП)



структуры спроса и предложения [энергии] в будущем, и предпринимать совместные усилия государственного и частного секторов для его достижения.

Поскольку Япония не является страной с плановой экономикой, то Прогноз не имеет обязательной юридической силы. Но японский стиль состоит в объединении усилий всей страны для достижения поставленной правительством желаемой цели, и в качестве предварительного условия периодического пересмотра Прогноза, эта практика (объединения усилий различных участников процесса – ПСП) стала ядром официальной энергетической стратегии Японии. Новый Прогноз обновляет желаемое видение политики правительством по истечении пяти лет (от принятия предыдущей версии обосновывающего документа для долгосрочной энергетической политики страны – ПСП).

### Фон последнего Прогноза и процесс принятия решений

Кабинет Министров утвердил предыдущую версию Прогноза, дополняющего Основной Энергетический План<sup>2</sup>, который является фундаментом энергетической стратегии Японии, в июне 2010 года. Для повышения энергетической самообеспеченности и борьбы с изменением климата эта версия включала задачу повышения доли ядерной составляющей до 50% от общей выработки электроэнергии. В связи с землетрясением и катастрофой на АЭС в 2011 году эта задача была снята, и с тех пор МЭТП переработало энергетическую политику с нуля.

В апреле 2014 года правительство выпустило долгожданную новую редакцию Основного Энергетического Плана (энергетическая стратегия Японии – ПСП), в том числе приоритетов его политики, которые названы "Три Э и Безопасность"<sup>3</sup>. Извлекая уроки из Фукусимской катастрофы, к предыдущим "Трём Э" (т.е. энергетическая безопасность, экономическая эффективность и защита окружающей среды) было добавлено фундаментальное условие "безопасности". Более сбалансированное достижение целей ЗЭ+Б стало руководящим приоритетом политики. Новый Основной Энергетический План осторожно определяет роль ядерной энергии как "важного базисного источника электрогенерации".

Во время принятия Основного Энергетического Плана генерация была прекращена на всех АЭС Японии, а истинная значимость и проблемы (широкомасштабного использования возобновляемых источников энергии – ВИЭ) не были доказаны, несмотря на рост ожиданий. Таким образом, не была представлена обновлённая версия Прогноза, в то время как обладающий более общими и качественными (в противоположность количественным формулировкам – ПСП) Основной Энергетический План уже был обнародован. Вследствие важности процесса обмена взглядами на конкретное видение будущего, в конце 2014 года МЭТП создало Подкомитет по проблемам долгосрочного прогноза энергоснабжения, находящейся под юрисдикцией Консультативного Комитета по Природным ресурсам и Энергетике. Подкомитет начал обсуждения в январе 2015 г, и у меня была возможность участвовать в его работе в качестве полноправного члена.

### Балансировка целей "ЗЭ + Б"

С января по июль Подкомитет интенсивно работал на всех своих 11-ти заседаниях. Чтобы сти-

<sup>2</sup> т.е. Прогноз является обосновывающими материалами к Энергетической стратегии Японии (ПСП)

<sup>3</sup> Energy security, Economic efficiency, Environment protection + Safety – 3E+S (ПСП)

мулировать конструктивное обсуждение, и в тоже время дать возможность рассмотреть различные мнения, подкомитет решил следовать такому фундаментальному правилу: Прогноз должен соответствовать Основному Энергетическому Плану, принятому решением Кабинета Министров в апреле 2014 года.

Основной Энергетический План – это длинный политический документ, который включает в себя различные заявления и мнения (statements and opinions – ПСП). По поводу соотношения ядерной энергии и возобновляемых источников энергии было указано, что использование первой будет сокращено в максимальной степени, в то время как для последних было бы необходимо увеличить их использование выше целей, поставленных в предыдущем Прогнозе. Многие члены подкомитета, включая меня, понимали это таким образом, что в сущности Основной Энергетический План рекомендует достигать целей “3Э +Б” сбалансированно.

Каким же образом могут быть сбалансированы цели 3Э+Б? В условиях принятия безопасности как первоочередной установки подкомитет решил следующим образом сформулировать конкретные цели 3Э:

- 1) *Энергетическая безопасность*: повышение энергетического самообеспечения от 6% в настоящее время до 25% в 2030 финансовом году.
- 2) *Экономическая эффективность*: снизить стоимость электроэнергии, которая значительно выросла после землетрясения 2011 г., до уровня ниже, чем текущий.
- 3) *Окружающая среда*: установить целевой уровень эмиссии парниковых газов, которые бы соответствовали аналогичным целевым установкам, принимаемым Соединёнными Штатами и Европой.

Таким образом дискуссия была сосредоточена на построении структуры спроса и предложения в энергоснабжении страны, которая позволит одновременно достигнуть указанных трёх целей.

### Бескомпромиссное энергосбережение

В ходе обсуждения перспектив спроса и предложения, бескомпромиссное энергосбережение было сделано высшим приоритетом. Макроэкономические факторы, такие как экономический рост, являются необходимыми предпосылками для процесса разработки Прогноза. В качестве условия был принят средний ежегодный прирост [ВВП] на уровне 1,7%, как установлено правительственной политикой. Далее была создана модель, в которой не рассматривались никакие дополнительные энергосберегающие мероприятия. Использование этой модели стало отправной точкой для обсуждения мер по снижению энергопотребления на основе мер по поощрению энергосбережения.

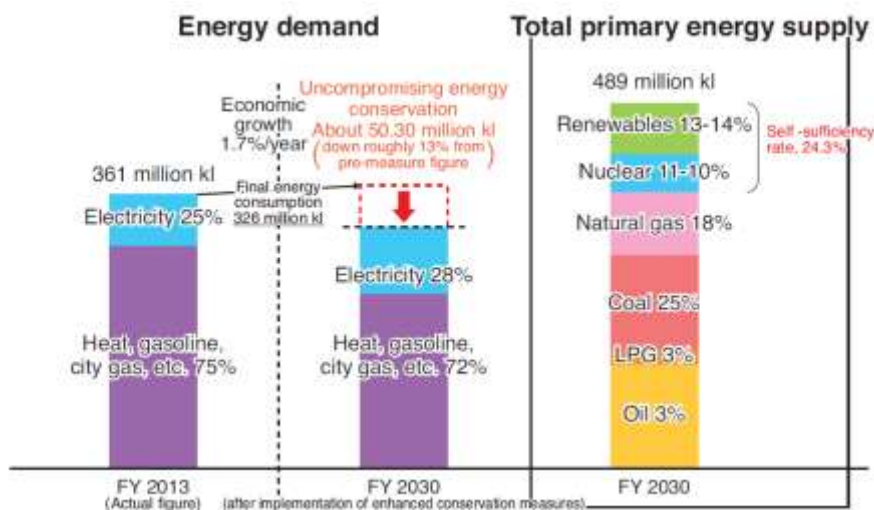
Для этих целей был создан отдельный подкомитет, который выделил конкретные области, где возможно проведение энергосберегающих мероприятий в секторах промышленности, населения (здания) и на транспорте. Все эти мероприятия были оценены количественно и просуммированы, чтобы установить максимально достижимые целевые уровни. В результате, разница между вариантом без дополнительных энергосберегающих мероприятиями и с таковым оценивается в 13% конечного энергопотребления, или 50,3 млн м<sup>3</sup> нэ в 2030 финансовом году (Рис. 1). Исследования также показали возможное снижение потребления электроэнергии в случае осуществления дополнительных мероприятий по энергосбережению на 17%, или на 196.1 млрд кВт·ч. Основываясь на этих уровнях повышенного энергосбережения, подкомитет определил целевой уровень для общей выработки электроэнергии в 1065 млрд кВт·ч, и далее перешёл к обсуждению видов энергоисточников

и их соотношения, которые должны обеспечить этот уровень.

Дополнительное энергосбережение и улучшение структуры энергоснабжения является правильным подходом для Японии. Но при этом следует отметить, что целевые уровни энергосбережения, принятые в крайней версии Прогноза, являются очень амбициозными. Они нацеливают на снижение энергоёмкости ВВП на 35% к 2030 финансовому году, т.е. на темпы, соответствующие тем, которых Япония достигла в период 1970 и 1990 гг, и который включал два международных нефтяных кризиса. Это очень сложная задача, потому что в Японии уже достигнут высокий уровень энергосбережения, а в течение двух десятилетий после 1990 года снижение энергоёмкости фактически прекратилось.

**Рис. 1 Прогноз экстренного потребления и поставок первичной энергии в 2030 финансовом году**

(1 апреля 2030-31 марта 2031 гг)



Source: Reference material for the 10<sup>th</sup> meeting (June 1, 2015) of the Subcommittee on Long-term Energy Supply-Demand Outlook

Следует отметить, что половина сокращения конечного потребления в 50.3 млн м<sup>3</sup> нэ ожидается в жилищном секторе. Проведение дополнительных энергосберегающих мероприятий будет нелегко осуществить, поскольку безоговорочное повышение уровня энергосбережения потребует глубокого взаимопонимания и тесного сотрудничества со стороны общественности, а также выполнения специальных мер по обеспечению достижения поставленных целей.

### Расширение использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ)

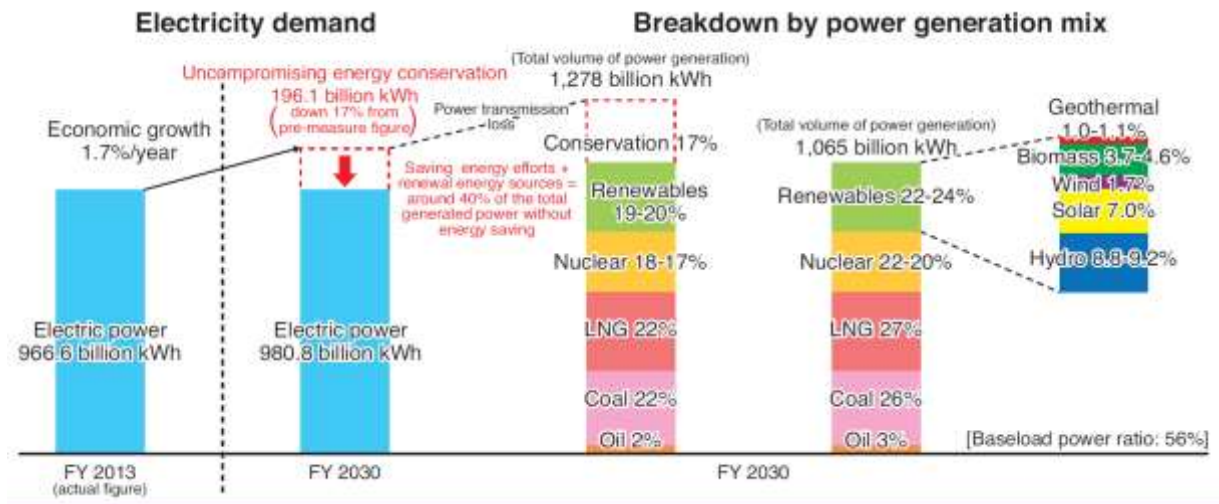
Для обеспечения энергетической безопасности и охраны окружающей среды – двух из трёх Э, представляющих приоритеты Основного Энергетического Плана – следует в большой степени поощрять использование возобновляемых источников энергии, которые доступны на территории страны и не выделяют углекислый газ. Проблемными, которые при этом будет необходимо решать, являются их высокая стоимость и негарантированный (прерывистый) потоки солнечной и ветровой энергии. Подкомитет обсуждал возможность расширения использования ВИЭ до практически приемлемого максимума, одновременно придерживаясь политического приоритета снижения стоимости энергии для конечных потребителей. Члены подкомитета рассмотрели все виды ВИЭ и для

каждого, на основе имеющейся информации, рассчитали оценку уровней генерирующих мощностей. Всего в 2030 финансовом году ВИЭ должны будут обеспечить производство 236.6-251.5 ТВт·ч.

В частности, гидроэнергия останется крупнейшим возобновляемым источником энергии, значительно возрастёт генерация на основе солнечной, ветровой энергии, и биомассы. Всего на возобновляемые источники энергии будет приходиться 22-24% от общего производства электроэнергии в 2030 финансовом году (Рис. 2).

**Рис. 2 Прогноз потребления электроэнергии и структура производства электроэнергии в 2030 финансовом году**

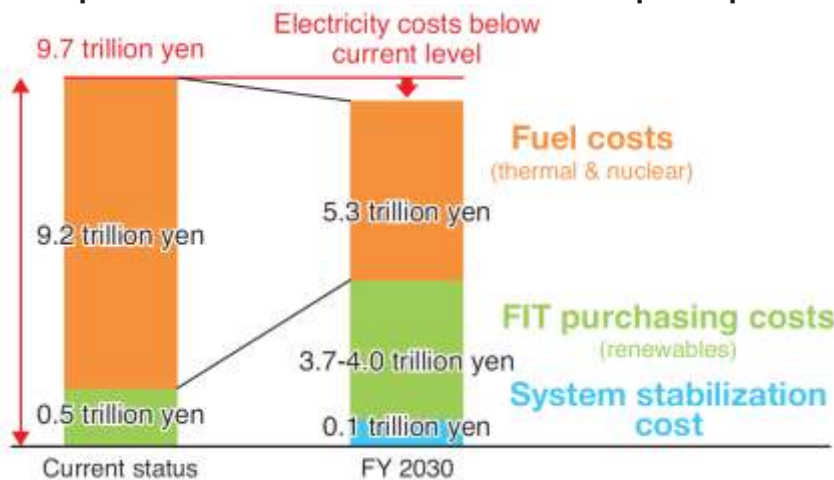
(1 апреля 2030 – 31 марта 2031 гг)



Source: Reference material for the 10<sup>th</sup> meeting (June 1, 2015) of the Subcommittee on Long-term Energy Supply-Demand Outlook

Важным моментом было акцентирование стоимости приобретения электроэнергии от ВИЭ в соответствии с FIT

**Рис. 3 Прогноз изменения стоимости электроэнергии**



Source: Reference material for the 10<sup>th</sup> meeting (June 1, 2015) of the Subcommittee on Long-term Energy Supply-Demand Outlook

схемой, как составляющей стоимости производства электроэнергии, определяемой на основе соотношения объёмов электроэнергии, вырабатываемой ВИЭ (Рис. 3). FIT тариф был введён в 2012 г. для содействия развитию возобновляемых источников энергии. Этот механизм

был эффективен для количественного увеличения новых генерирующих мощностей возобновляемых источников энергии, но бремя постоянной покупки возобновляемой энергии по высокой та-





рифной ставке в течение длительного периода оказалось серьёзным вызовом для экономики Японии. В новой версии Прогноза оценка роста ежегодных расходов на закупку по FIT тарифам от ВИЭ составляет от 0,5 трлн иен сейчас до 3.7-4 трлн иен в 2030 финансовом г., и большая часть из этой стоимости будут составлять негарантированные [прерывистые] источники: солнечные (2,3 трлн иен) и ветер (0,4 трлн иен). Тем не менее, даже при увеличении расходов на возобновляемые источники энергии, общие затраты на производство электроэнергии могут снизиться на 3-5% от текущих 9.7 трлн иен, так как с более широким использованием ВИЭ и ядерной энергии потребление топлива существенно снизится, в том числе вследствие мероприятий по повышению энергоэффективности генерации.

Для каждого возобновляемого ресурса было предусмотрено увеличение генерирующих мощностей. Целевые уровни представляют практические максимумы, которых очень сложно достичь для геотермальной, гидроэнергии и биомассы. Для солнечной и ветровой энергетики более высокие целевые уровни, чем те, что предполагаются Прогнозом, могут привести к увеличению затрат на закупку электроэнергии, что сделает выполнение задачи по сокращению стоимости электроснабжения значительно сложнее. Показанные на рис.3 значения стоимости предназначены для иллюстрации компромисса – максимальном увеличении роли возобновляемых источников энергии при использовании их преимуществ без ущерба экономической эффективности.

### Статус ядерной энергетики

Основной Энергетический План определяет ядерную энергию как "важный базовый энергоисточник". Однако обеспокоенность общества о своей безопасности и приостановление деятельности всех АЭС создали трудности при обосновании их будущего использования.

Основным пунктом при обсуждении ядерной энергии был её вклад в достижение баланса между ЗЭ. В качестве квази-отечественного энергетического ресурса, она может помочь улучшить энергетическую самодостаточность<sup>4</sup> (первая Э), и вследствие практического отсутствия эмиссии углекислого газа способствует защите окружающей среды (вторая Э) до тех пор, пока гарантировано безопасное использование атомной энергии. Что касается последнего Э (экономической эффективности), то другая Рабочая группа провела исследование по стоимости генерации АЭС, и при стоимости в 10,1 иены/кВт-ч, включающей в том числе расходы на осуществление соответствующих мероприятий и компенсацию несчастных случаев, ядерная энергия оказалась более экономически конкурентоспособной, чем все другие варианты.

Таким образом подкомитет установил долю атомной энергии в 20-22% от общего объёма производства электроэнергии, так как на этом уровне ядерная энергия внесёт значительный вклад в достижение всех трёх Э-целей, будучи самодостаточным, экономически эффективным и полезным в деле сокращения эмиссии парниковых газов источником генерации.

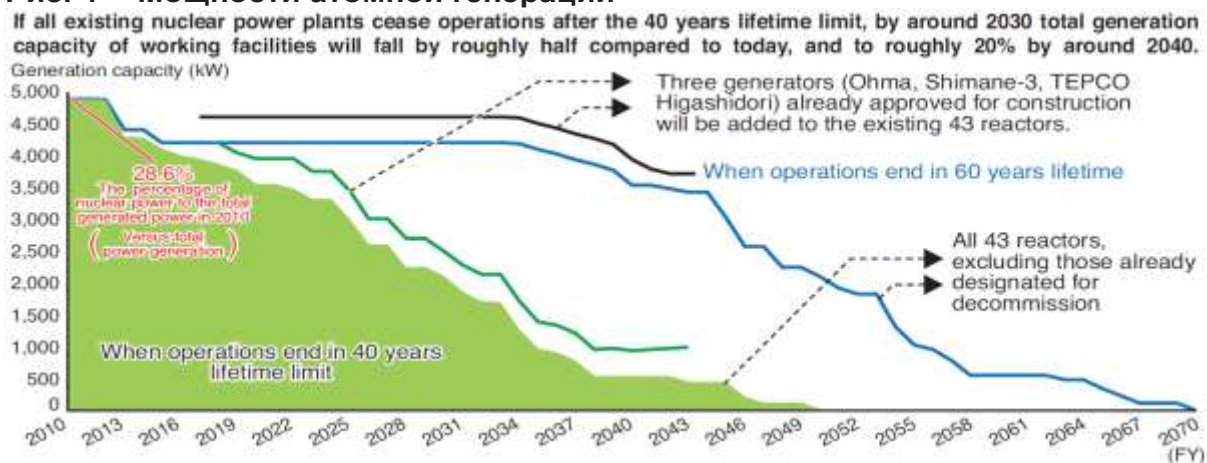
Главным приоритетом при использовании ядерной энергии, безусловно, является обеспечение безопасности. Поэтому важно, чтобы АЭС соответствовали новым, наиболее строгим в мире стандартам безопасности, установленным NRA – новым независимым регулятором, созданным в ответ на Фукусимскую катастрофу (Nuclear Regulation Authority; Управление атомного надзора – ПСП). Кроме того необходимо будет обеспечить предпринимаемое АЭС самостоятельно дополнительное

<sup>4</sup> В этом месте г-н Кояма ставит знак равенства между энергетической самодостаточностью и энергетической безопасностью (ПСП)

добровольное повышение уровней безопасности. Что касается вопросов обращения с отработавшим ядерным топливом, то для правительства будет чрезвычайно важно взять на себя инициативу и осуществить все необходимые мероприятия, а также увеличить свою долю ответственности за проведение кампании по повышению безопасности [атомной промышленности], чтобы восстановить общественное доверие.

Что касается желаемого доли атомной энергии (20-22%), то некоторые члены Подкомитета выразили скептицизм по поводу возможности достижения 20% доли АЭС в общем производстве электроэнергии, поскольку при соблюдении 40-летнего срока эксплуатации реакторов для всех действующих объектов их располагаемая мощность существенно снизится к 2030 финансовому году (Рис. 4). Вместе с тем функционирующие АЭС в принципе могут обратиться за лицензией на продление сроков эксплуатации на 20 лет, основываясь на внутренних оценках и дополнительных инвестициях для соответствия стандартам безопасности. NRA будет рассматривать эти предложения и принимать решения по таким запросам. В этом контексте Подкомитет при своих обсуждениях твердо противился жесткому применению правила соблюдения 40-летнего срока службы АЭС. Это позволило создать иную картину достижимости 20% доли АЭС в общей выработке электроэнергии.

#### Рис. 4 Мощности атомной генерации



Source: Reference material for the 10<sup>th</sup> meeting (June 1, 2015) of the Subcommittee on Long-term Energy Supply-Demand Outlook

Такое видение использования ядерной энергии также будет не легко реализовать. На момент написания этого материала Япония ещё не возобновила работу ни одной АЭС, и много факторов неопределённости остаются в любом решении возобновить их в будущем. (На 11 августа 2015 г. реактор № 1 АЭС Сендай возобновил свою работу, став первым случаем запуска АЭС в Японии с 2013 г.) Рынок электроэнергии будет существенно дерегулирован, и поэтому будущий статус ядерной энергии в условиях либерализованного рынка трудно прогнозировать. В дополнение ко всему, многие люди остаются обеспокоенными проблемой безопасности атомной энергетики. Прогноз показывает важную роль, которую ядерная энергия может играть в желательной для Японии структуре энергоснабжения, но в процессе реализации этих пожеланий будет необходимо преодолеть много препятствий.

## Реализуя предвидение

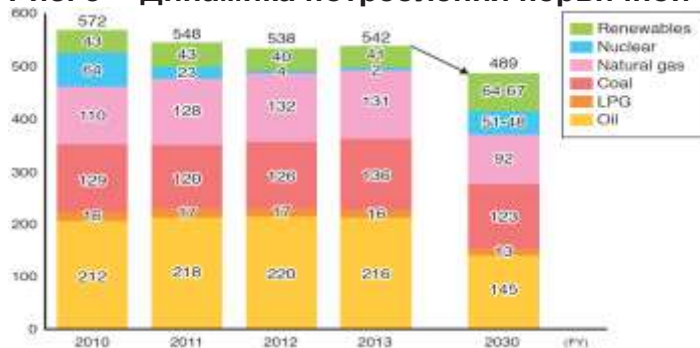
В дополнение к возобновляемой и атомной энергии Прогноз устанавливает желаемые доли других энергоресурсов в общем производстве электроэнергии: 27% для сжиженного природного газа (СПГ), 26% для угля и 3% для нефти и нефтепродуктов. Соотношение долей для общего объема поставок первичной энергии в 2030 финансовом году также четко определены: нефть составит 30% (в 2013 году 40%), уголь 25% (25%), природный газ 19% (24%), ядерная энергия 10-11% (0,4%), и 13-14% возобновляемых источников энергии (8%) (Таблица 1 и Рис. 5). При усилении энергосбережения и росте использования возобновляемых источников энергии и ядерной энергии, Япония сможет увеличить долю энергетической самодостаточности в 2030 году (сумма ядерной и возобновляемых источников энергии)<sup>5</sup> до 24%. В то же время топливные энергоресурсы, в основном нефть и природный газ, по сравнению с уровнем 2013 финансового года находятся на пути к значительному снижению как в абсолютном выражении, так и в структуре потребления первичной энергии.

**Таблица 1 Потребление первичной энергии (млн м<sup>3</sup> нэ)**

	2013 фин. г.		2030 фин. г.	
	млн м <sup>3</sup> нэ	доля	млн м <sup>3</sup> нэ	доля
Нефть	216	40%	145	30%
СУГ	16	3%	13	3%
Уголь	136	25%	123	25%
Газ	131	24%	92	19%
Атомная эн.	2	0,4%	51-48	11-10%
ВИЭ	41	8%	64-67	13-14%
ВСЕГО	542	100%	489	100%

Source: Reference material for the 10<sup>th</sup> meeting (June 1, 2015) of the Subcommittee on Long-term Energy Supply-Demand Outlook

**Рис. 5 Динамика потребления первичной энергии (млн м<sup>3</sup> нэ)**



Source: Reference material for the 10<sup>th</sup> meeting (June 1, 2015) of the Subcommittee on Long-term Energy Supply-Demand Outlook

Эмиссия углекислого газа в Японии будет существенно уменьшаться при ещё больших масштабах энергосбережения и более широком использовании нетопливных видов энергии. В частности, годовая эмиссия CO<sub>2</sub> энергетическими отраслями в период между 2013 и 2030 гг упадет на 25%, с 1.24 до 0.93 миллиардов тонн. Эмиссия парниковых газов в Японии за аналогичный период упадет

<sup>5</sup> интересно отметить, что г-н Кояма не рассматривает долю импорта органического топлива, произведенного японскими компаниями за границей (и обогащенного урана) в качестве источника самообеспечения (ПСП)



на 26% в связи с принятием дополнительных мер по отношению к другим “парниковым” газам. Принимая за точку отсчёта 2013 финансовый год, сокращения эмиссии парниковых газов будут осуществляться соизмеримо с США и Европой (таблица 2).

В первую очередь важно обсудить, каким образом должен быть выбран базовый год. Так как Европа и США выбрали свой с точки зрения его соответствия структуре спроса и предложения, то Япония выбрала 2013 г. как базовый, и будет стремиться убедить других в том, что это разумно с точки зрения её структуры энергоснабжения. При сравнении целей по сокращению эмиссии “парниковых” газов связанные с этим расходы (особенно стоимость замыкающих мероприятий по борьбе с эмиссией) столь же важны, как и сами целевые показатели сокращения. Судя по результатам предыдущих кампаний, предельные затраты для уменьшения эмиссии в Японии выше, чем у западных коллег, и в этом смысле новая цель является вполне соответствующей. Для Японии достижение этой цели должно рассматриваться как очень амбициозная и сложная задача.

**Таблица 2 Сравнение целей Японии, США и ЕС по снижению эмиссии тепличных газов**

	По сравнению с 1990 г.	По сравнению с 2005 г.	По сравнению с 2013 г.
Япония (предложения рабочей группы)	18,0% 2030 фин. г.	25,4% 2030 фин. г.	26,0% 2030 фин. г.
США	14-16% 2025 фин. г.	26-28% 2025 фин. г.	18-21% 2025 фин. г.
ЕС	40% 2030 фин. г.	35% 2030 фин. г.	24% 2030 фин. г.

Note: US and EU submitted their emission reduction goals based on the benchmark year of 2005 and 1990 respectively.

Source: Reference material for the 10<sup>th</sup> meeting (June 1, 2015) of the Subcommittee on Long-term Energy Supply-Demand Outlook

Крайний Прогноз описывает способы практически полностью обеспечить установленные для него цели 3Э. Балансировка этих компонентов будет очень деликатной задачей. Например, увеличение использования возобновляемых источников энергии для снижения выбросов углекислого газа и повышения энергетической самодостаточности может привести к увеличению стоимости электроэнергии. Снижение затрат на электроэнергию посредством увеличения угольной генерации, скорее всего, приведёт к увеличению эмиссии “парниковых” газов и снижению энергетической самообеспеченности. Энергетический баланс, устанавливаемый данным Прогнозом, является продуктом сбалансированного практического подхода, который Япония может себе позволить для достижения целей 3Э.

Важным будет достигнуть той структуры спроса и предложения, которая в качестве желательной на перспективу установлена данным Прогнозом, но проблема заключается в исполнении. От того состояния, в котором Япония находится сегодня, благополучно достигнуть целей энергосбережения, расширения использования возобновляемых источников и потенциала ядерной энергетики, будет не лёгким делом. Сильная политика, совместные государственно-частные усилия и общественное понимание – всё это будет существенно влиять на успех. Международный энергетический ландшафт включает в себя множество неопределённых факторов, таких как влияние будущего дерегулирования на рынках электроэнергии и газа Японии, изменчивость мировых цен на нефть, политическая нестабильность на Ближнем Востоке, эффект “сланцевой революции”. В этом контексте



Япония будет продолжать упорно трудиться, чтобы реализовать наиболее желательную структуру энергоснабжения в будущем.

### Заключение

Официальное одобрение МЭТП Долгосрочного прогноза энергоснабжения является важным событием, которое ясно указывает на существенность осознания идеальной структуры спроса и предложения и увеличения усилий для достижения поставленных целей. Важно предпринимать конкретные действия для продвижения вперед, несмотря на изобилие факторов неопределённости как в стране, так и за рубежом. Для эффективного управления в условиях изменяющейся обстановки, будет необходимо регулярно пересматривать Прогноз совместно с пересмотром Основного Энергетического Плана, что происходит примерно раз в три года.

В этих регулярных ревизиях будет много важных моментов, которые следует учитывать – проблемы международных энергетических рынков, прогресс Японии в возобновлении эксплуатации АЭС, прогресс в использовании возобновляемой энергии, и ряд других проблем. При этом основа политики – одновременное достижение целей 3Э с безопасностью в качестве обязательного предварительного условия – должна оставаться неизменной.

Оригинал опубликован на английском языке (English language publication):

[http://eneken.ieej.or.jp/en/report\\_detail.php?article\\_info\\_id=6291](http://eneken.ieej.or.jp/en/report_detail.php?article_info_id=6291)