

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ [Р]ЭВОЛЮЦИЯ:

ПЕРСПЕКТИВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА БЕЛАРУСИ



ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ [P]ЭВОЛЮЦИЯ:

перспективы устойчивого развития энергетического сектора Беларуси

В этом документе представлены результаты отчета “Энергетическая [P]эволюция Э[P]: перспективы устойчивого развития энергетического сектора Беларуси” по состоянию на 23.06.2018, который будет опубликован в июле 2018 года. Моделирование Базового сценария и сценария Э[P] для Беларуси было проведено Департаментом системного анализа и технологических оценок Института технической термодинамики Аэрокосмического центра Германии (DLR) при поддержке Фонда имени Генриха Бёлля.



СЦЕНАРНЫЙ ПОДХОД

Сценарии являются необходимым инструментом для описания возможных путей развития, а также дают возможность лицам, принимающим решения, получить общее представление о вопросе и понять, какие существуют ограничения для изменения энергетической системы в будущем. С целью определения границ будущей энергосистемы, было разработано два сценария, призванных отразить широкий спектр возможных путей развития будущей системы энергообеспечения:

- **Базовый сценарий БС**, отображающий продолжение текущих тенденций и политик;
- **Сценарий Э[Р]**, разработанный для достижения ряда целей экологической политики, который приводит к оптимистичному, но все же реалистичному переходу на значительно декарбонизированную энергетическую систему до 2050 года и при этом выполняются основные допущения Базового сценария.

Сценарий Э[Р] никоим образом не предсказывает будущее, **он описывает и сравнивает возможные пути развития, предлагаемые многочисленными возможными сценариями будущего.**

Принцип всех сценариев Э[Р] заключается в том, чтобы определить меры и действия, необходимые для достижения амбициозных целей, заложенных в этих сценариях, а также продемонстрировать имеющиеся варианты преобразования нашей системы энергообеспечения в более устойчивую. Сценарии могут служить надежным основанием для дальнейшего анализа возможных подходов и концепций для реализации вариантов осуществления энергетического перехода.

В методологии моделирования используется подход, изложенный в глобальном сценарии Э[Р]¹. Исходные данные и предварительные результаты подробно обсуждались с местными экспертами и организациями гражданского общества в Беларуси.

¹ Teske, S., S. Sawyer, O. Schäfer, T. Pregger, S. Simon, et al. (2015). Energy [R]evolution - A sustainable world energy outlook 2015. S. Teske, S. Sawyer and O. Schäfer, Greenpeace International.

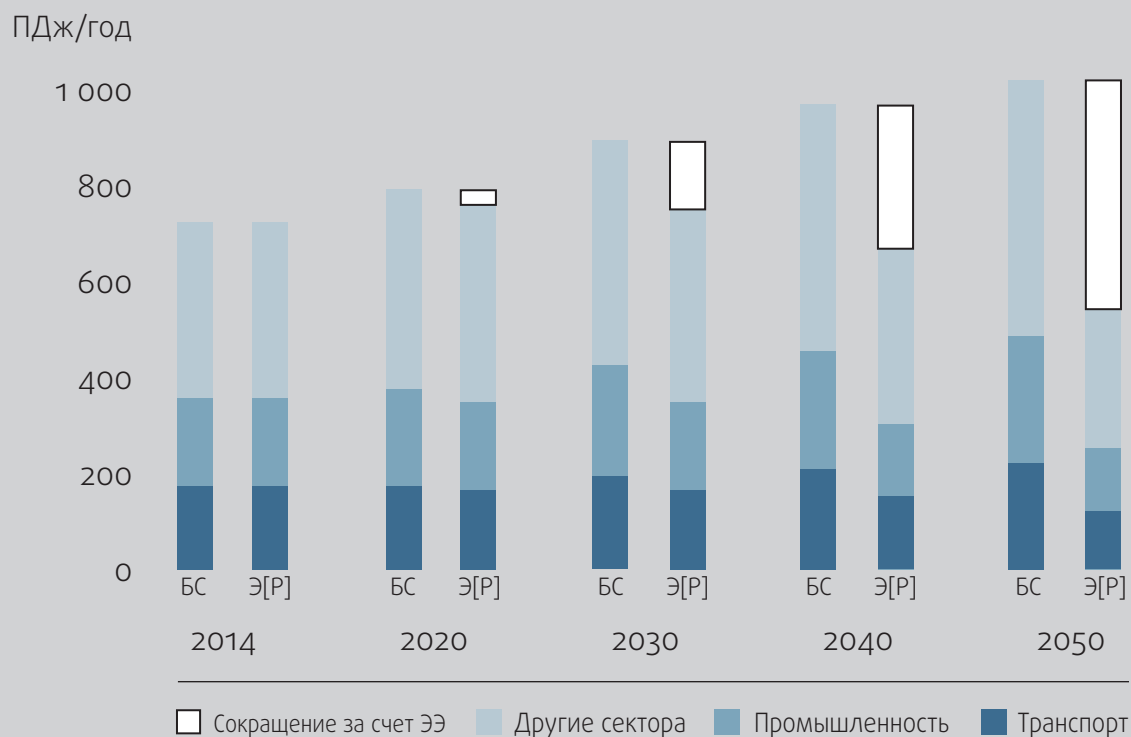




КОНЕЧНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ПО СЕКТОРАМ

Траектория развития конечного потребления энергии в Беларуси определяется на основе демографических прогнозов, роста ВВП и удельного энергопотребления. Эти прогнозы продемонстрированы на рис. 1 для Базового сценария и сценария Энергетической [р]еволюции. Согласно Базовому сценарию общее конечное потребление энергии (ОКП), составляющее в настоящее время 710 ПДж в год, увеличится до 1010 ПДж в год в 2050 году.

Согласно сценарию Энергетической [р]еволюции конечное потребление энергии сократится на 24% от текущего уровня до 540 ПДж в год к 2050 году.

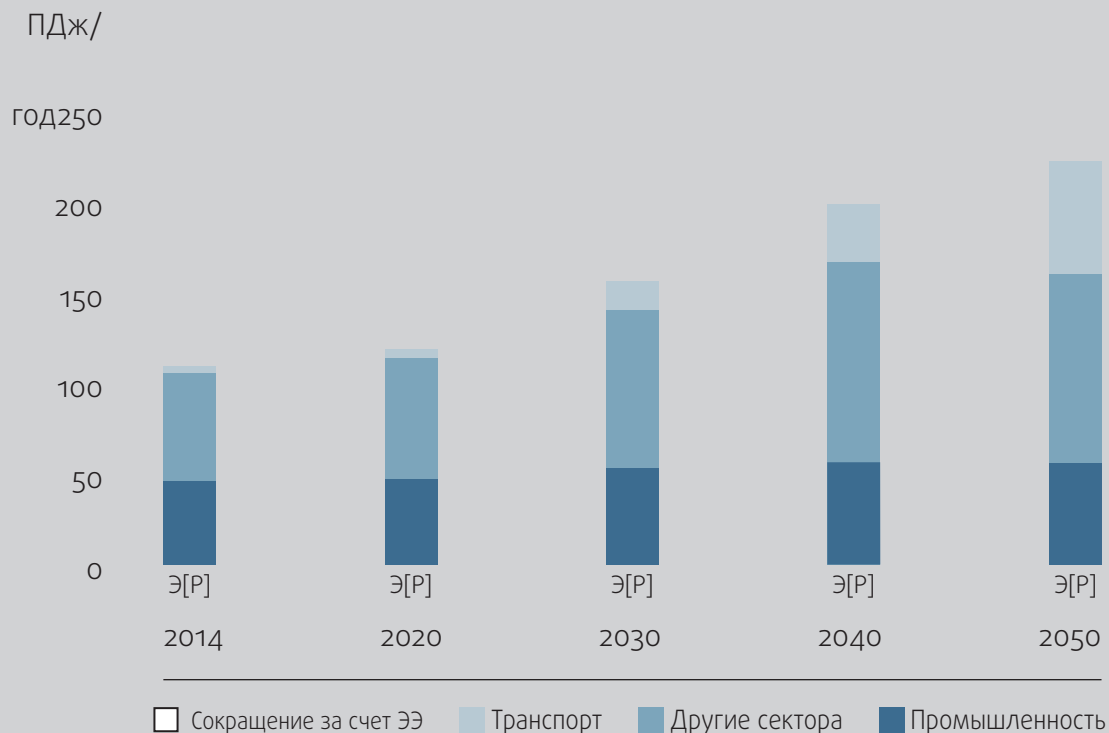


01. Прогноз общего конечного потребления энергии по секторам согласно Базовому сценарию и сценарию Э[Р]

КЛЮЧЕВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Сценарий Э[Р] предполагает, что общее потребление электроэнергии увеличится, несмотря на повышение энергоэффективности во всех секторах экономики (рис. 2), в связи с ростом экономики, повышением уровня жизни и электрификацией транспортного сектора и теплоэнергетики. При сценарии Э[Р] общее потребление электроэнергии увеличится примерно с 30 ТВт·ч в год до 61 ТВт·ч в год к 2050 году.

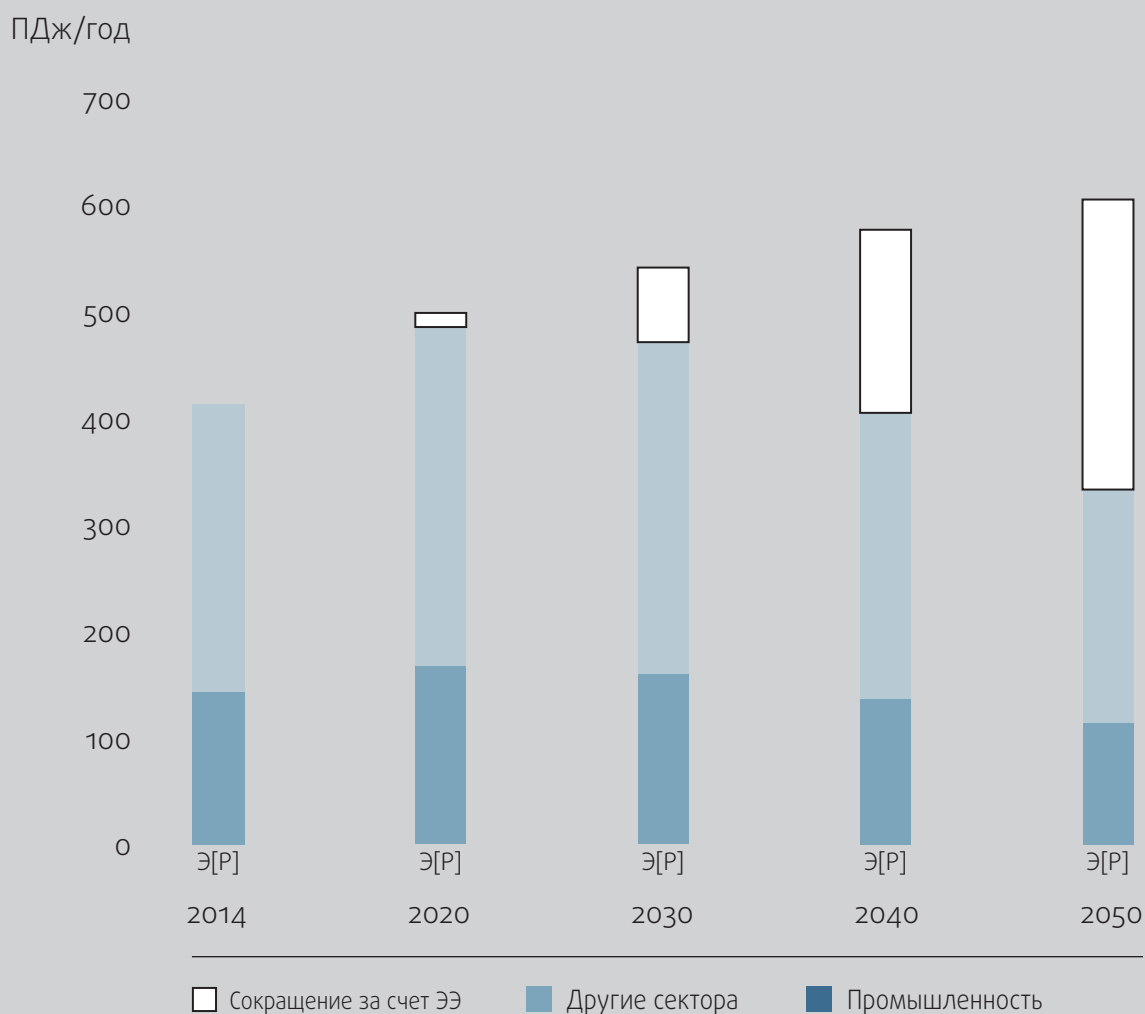
По сравнению с Базовым сценарием меры по повышению энергоэффективности в промышленности, в жилом секторе и сфере услуг позволят избежать генерации около 20 ТВт·ч в год.



02. Динамика потребления электроэнергии по секторам согласно сценарию Э[Р]

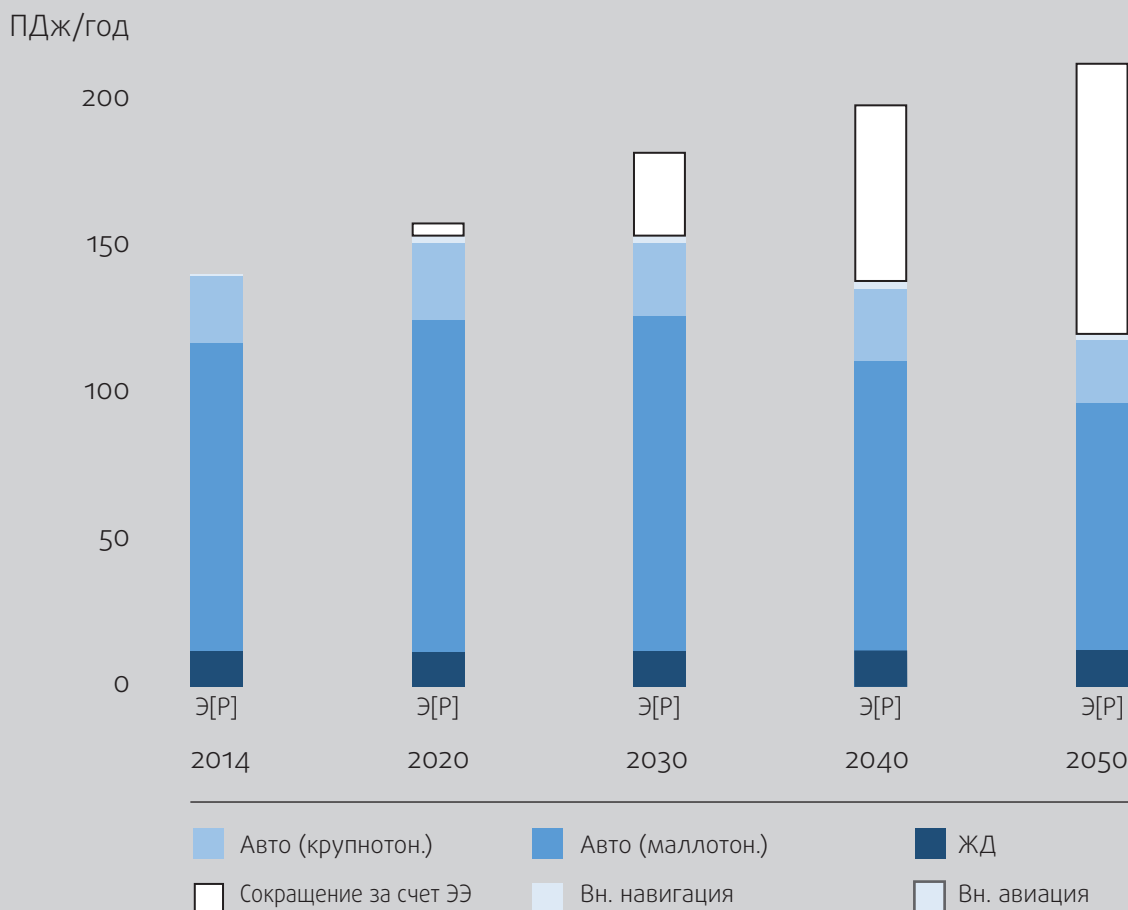
КОНЕЧНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ПО ОТРАСЛЯМ

Это сокращение достигается с внедрением во всех секторах, потребляющих электроэнергию, высокоэффективных электронных устройств, использующих самые лучшие технологии из доступных. Электричество станет основным видом «первичной» возобновляемой энергии не только для непосредственного использования в различных целях, но и для производства синтетических видов топлива, которые заменят ископаемое топливо. Согласно сценарию Энергетической [р]еволюции в 2050 году электромобили и электрифицированный железнодорожный транспорт будут потреблять около 20 ТВт·ч (рис. 4).



03. Динамика потребления тепловой энергии по секторам согласно сценарию Э[Р]

Выигрыш от эффективности в сфере теплоснабжения является даже более высоким, чем в электроэнергетике. Сценарий Э[Р] позволяет сократить потребление около 300 ПДж в год за счет повышения уровня энергоэффективности к 2050 году по сравнению с Базовым сценарием (рис. 3). Энергетическая реновация существующего фонда жилых зданий, внедрение энергосберегающих стандартов и «пассивной климатизации» для новых зданий, а также высокоэффективных систем кондиционирования воздуха обеспечат в будущем привычный уровень комфорта и энергетических услуг, но уже при гораздо меньшем потреблении энергии.



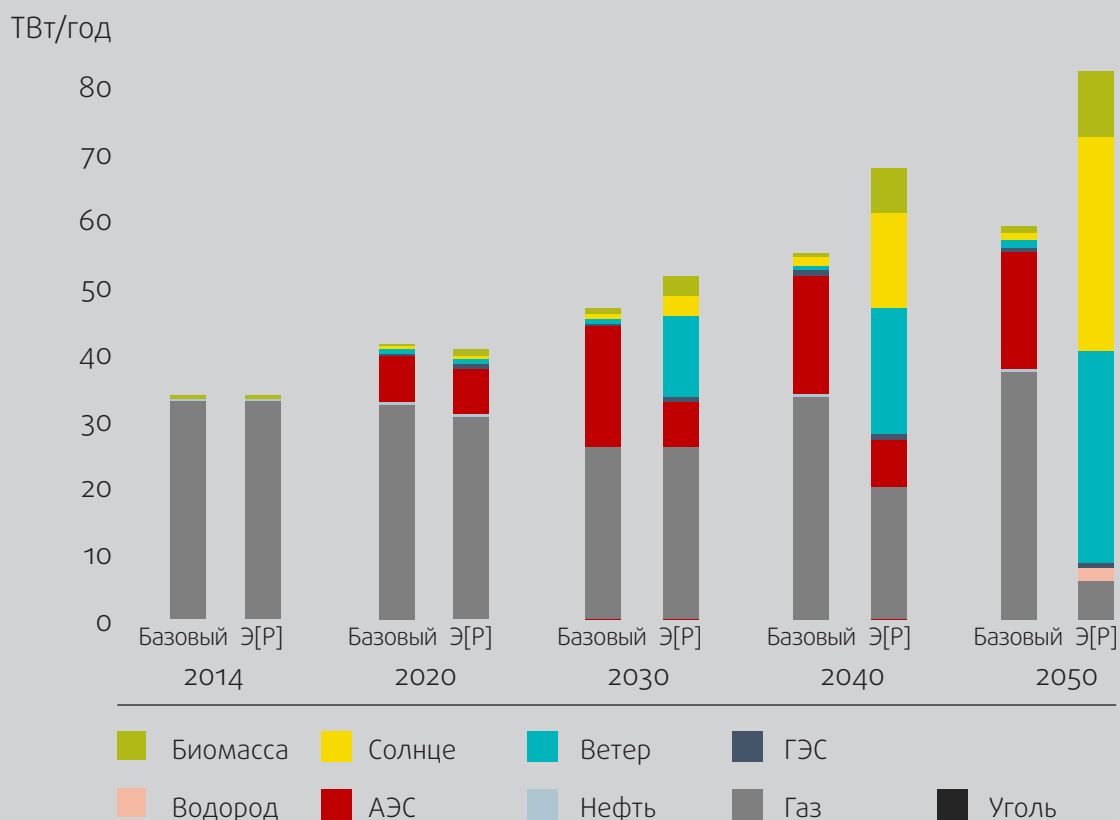
04. Динамика конечного потребления энергии транспортным сектором по видам транспорта согласно сценарию Э[Р]

ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Развитие сектора электроснабжения характеризуется динамичным развитием рынка ветровой и солнечной энергии, а также существенным увеличением доли электроэнергии, производимой из возобновляемых источников. Эта тенденция с лихвой компенсирует отказ от атомной энергии в рамках сценария Э[Р]. Кроме того, количество электростанций, работающих на ископаемых видах топлива, также продолжит сокращаться.

К 2050 году 92% электроэнергии, производимой в Беларуси, будет приходиться на возобновляемые источники энергии, согласно сценарию Э[Р].

Уже к 2030 году доля электроэнергии, производимой из возобновляемых источников, будет составлять 35%. Установленная мощность возобновляемых источников энергии составит около 9 ГВт в 2030 году и 50 ГВт к 2050 году (рис. 5).



05. Динамика структуры генерации электроэнергии согласно Базовому сценарию и сценарию Э[Р]



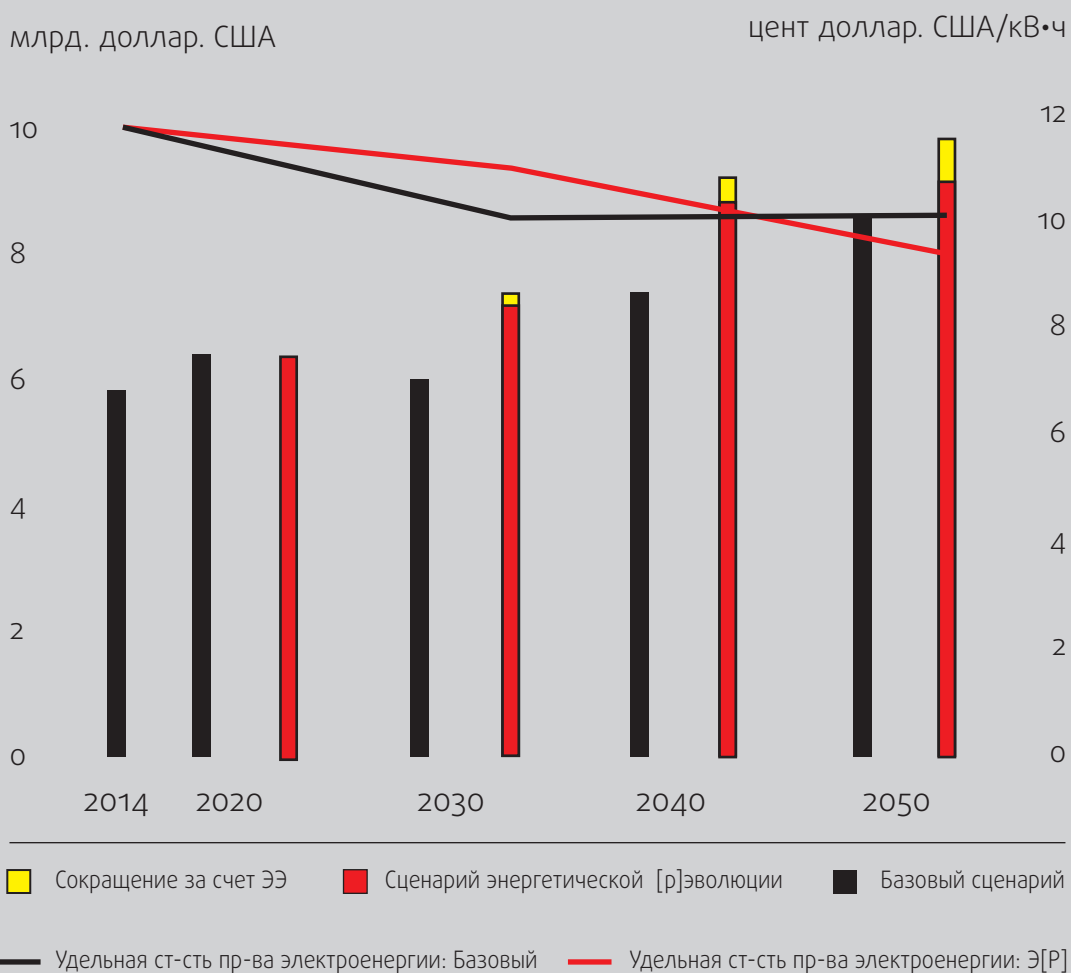
К 2020 году ветровые и солнечные электростанции станут основными факторами роста рынка. Начиная с 2030 года также увеличивается количество генерирующих установок, работающих на биомассе. Сценарий Э[Р] приведет к увеличению доли переменных источников электроэнергии (солнечная и ветровая энергия) до 29% уже к 2030 году и 77% от общего объема производства к 2050 году.

Таким образом, «умные» электросети (smart grids), регулирование спроса (demand side management), энергоаккумулирующие мощности и другие решения для того, чтобы увеличить гибкость энергетической системы для интеграции электросетей, обеспечения сбалансированности нагрузки и надежного энергообеспечения.



БУДУЩИЕ ЗАТРАТЫ НА ГЕНЕРАЦИЮ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

На рис. 6 продемонстрировано, что внедрение технологий возобновляемой энергии в рамках сценария Энергетической [р]эволюции изначально приведет к незначительному увеличению будущей себестоимости производства электроэнергии по сравнению с Базовым сценарием. Эта разница в полной себестоимости производства электроэнергии составит около 0,1 цента долл. США за 1 кВт·ч без учета стоимости интеграции в электросеть, в частности, аккумулирующих мощностей и прочих мер для балансирования нагрузки.



06. Динамика общих затрат на электроснабжение и удельной стоимости генерации электрической энергии согласно БС и сценарию Э[Р]

Согласно сценарию Э[Р], производство электроэнергии на основе ВИЭ станет экономически более выгодным сразу после 2020 года в результате повышения цен на традиционные виды топлива и снижения стоимости переменных возобновляемых источников энергии. К 2050 году стоимость производства электроэнергии будет на 1,9 цента долл. США за 1 кВт·ч меньше для сценария Э[Р], чем для БС.

Согласно БС увеличение потребления и рост цен на ископаемые виды топлива приведет к увеличению общих затрат на энергоснабжение от текущего уровня – 6 млрд долл. США в год – до более чем 9 млрд долл. США в 2050 году. Благодаря повышению энергоэффективности и переходу к энергообеспечению за счет возобновляемых источников энергии общие затраты на электроснабжение по сценарию Э[Р] в долгосрочной перспективе окажутся лишь на 4% выше по сравнению с Базовым сценарием, притом что производство электроэнергии увеличится на 39%.

Для воплощения в жизнь сценария Э[Р] необходимо около 90 млрд долл. США инвестиций (включая инвестиции на реконструкцию и модернизацию электростанций после завершения экономически обоснованного срока их эксплуатации), что составляет приблизительно 2 млрд долл. США в год. Это на 60 млрд долл. США больше, чем объем инвестиций, предусмотренный Базовым сценарием (30 млрд долл. США).

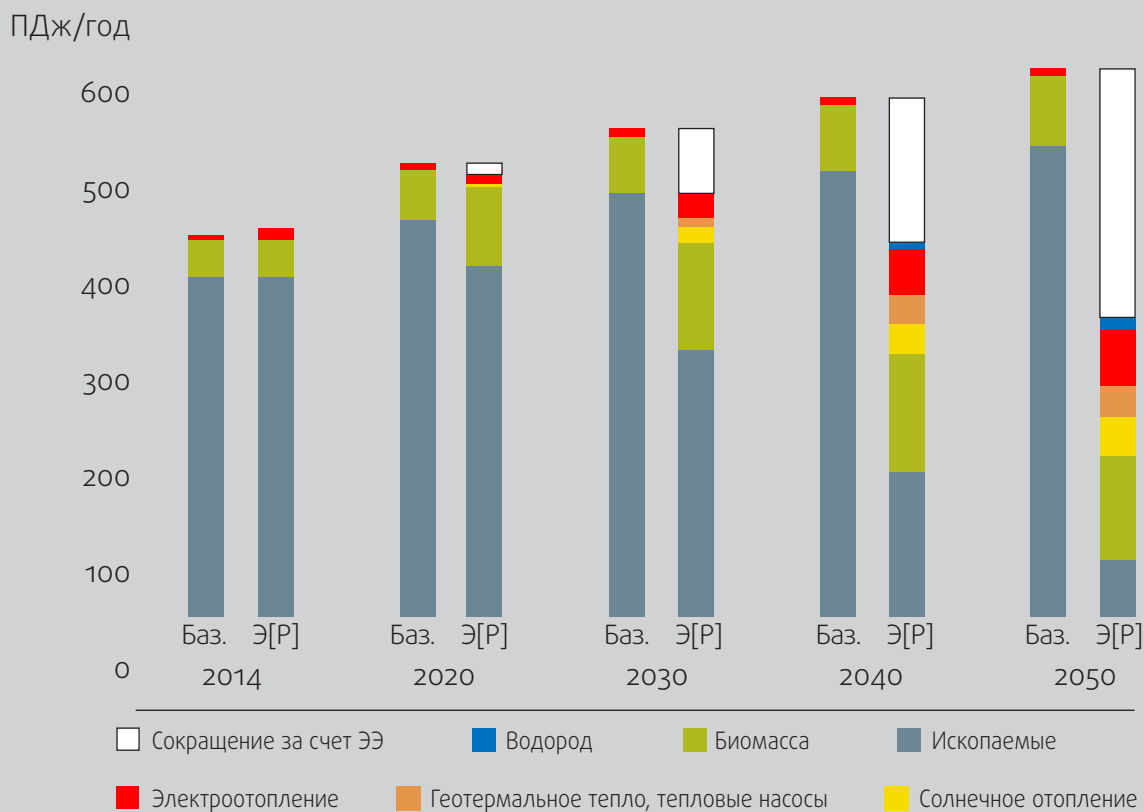
Согласно БС к 2050 году совокупный объем инвестиций в традиционные электростанции составит почти 58%, в то время как на возобновляемую энергию и комбинированное производство тепловой и электрической энергии будет приходиться около 42% от общего объема инвестирования. Однако по сценарию Э[Р] Беларусь должна перенаправить 95% от совокупного объема инвестиций на возобновляемую энергию и комбинированное производство тепловой и электрической энергии.

Поскольку в генерации на основе ВИЭ отсутствует такая составляющая, как стоимость топлива, по сценарию Э[Р] экономия за счет стоимости топлива к 2050 году достигнет 63 млрд долл. США, или 1.6 млрд долл. США в год. Таким образом, совокупная экономия за счет стоимости топлива значительно больше, чем общий объем дополнительных инвестиций по сравнению с БС.

ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ СЕКТОРА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

В настоящее время за счет ВИЭ обеспечивается около 10% потребности Беларуси в тепловой энергии (преимущественно за счет использования биомассы). Для обеспечения динамичного развития, в частности, технологий возобновляемой энергии, используемых в жилищном секторе, а также производства тепловой энергии при помощи возобновляемых источников, необходимы специальные инструменты поддержки. В случае Беларуси речь идет о мерах поддержки интегрирования технологий солнечной и геотермальной тепловой энергетики в системы централизованного теплоснабжения. Согласно сценарию Э[Р] возобновляемые источники смогут обеспечить 33% от общего теплотребления Беларуси уже в 2030 году и будут обеспечивать 80% в 2050 году.

За счет мер по повышению энергоэффективности можно снизить растущее сегодня потребление тепловой энергии на 45% к 2050 году (по сравнению с БС), при этом повышая уровень жизни и увеличивая экономический рост.



07. Прогноз теплоснабжения по видам энергоносителей согласно БС и сценарию Э[Р]

До 2030 года биомасса будет оставаться основным фактором роста доли рынка возобновляемых источников энергии. После 2030 года дальнейшее развитие солнечных коллекторов и увеличение доли технологий геотермального (неглубокого) теплоснабжения и использование тепла окружающей среды, а также теплоснабжения за счет возобновляемого водорода дополнительно снизят зависимость от ископаемого топлива.

Согласно сценарию Э[Р], в теплоэнергетическом секторе также придется внести существенные коррективы в действующие инвестиционные стратегии, касающиеся теплоэнергетических технологий. В частности, необходимо существенно увеличить генерирующие мощности на основе солнечных технологий, геотермальных технологий и тепловых насосов.

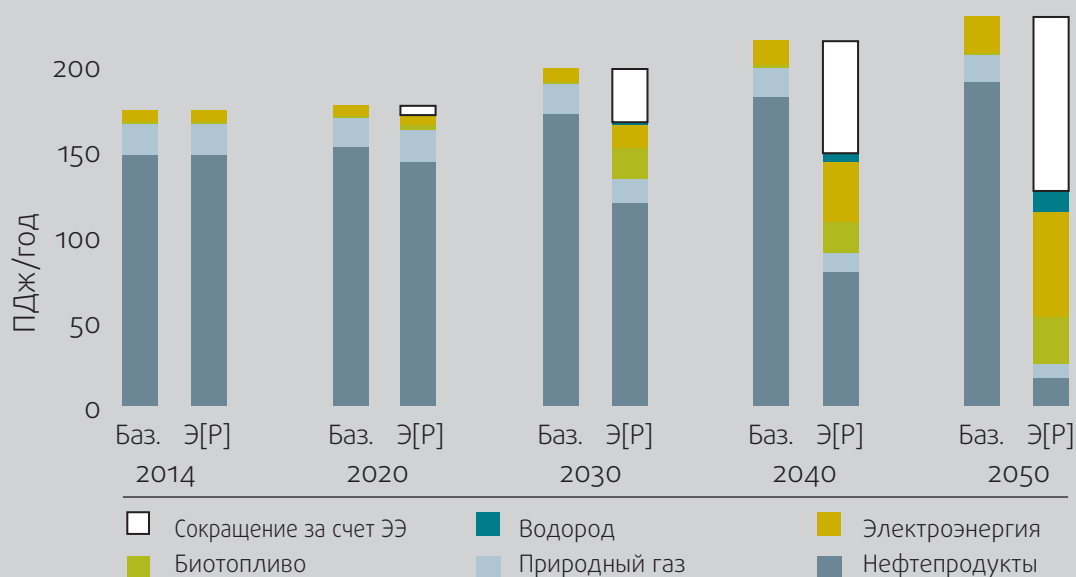
Теплоэнергетические технологии на основе возобновляемых источников энергии являются очень разными – от низкотехнологичных печей для сжигания биомассы и непокрытых солнечных коллекторов до высокотехнологичных и сложных геотермальных и солнечных систем. Таким образом, можно лишь приблизительно определить, что для реализации сценария Э[Р] до 2050 года в этой сфере в совокупности понадобится около 33 млрд долл. США инвестиций в возобновляемые теплоэнергетические технологии (включая инвестиции на замену установок после завершения экономически обоснованного срока их эксплуатации), или 1 млрд долл. США в год.

ТРАНСПОРТ

Основная задача в Беларуси, стимулировать использование гражданами малолитражных автомобилей, покупать новые, более эффективные модели. Жизненно важно перейти на использование энергоэффективных видов транспорта, таких как ЖД, городской наземный рельсовый транспорт и автобусы, особенно в расширяющемся столичном регионе. На фоне роста цен на ископаемые виды топлива эти изменения сократят дальнейший рост продаж автомобилей, который ожидается согласно БС.

Согласно БС с ростом ВВП и повышением уровня жизни, потребление энергии транспортным сектором увеличится (\approx на 33% – до 230 ПДж/год в 2050 году). **Согласно сценарию Э[Р] меры по повышению энергоэффективности и перераспределение перевозок по видам транспорта позволяют достичь экономии в 45% (103 ПДж/год) от БС.**

Согласно сценарию Э[Р] к 2030 году электроэнергия будет обеспечивать 8% общего потребления энергии транспортным сектором, а в 2050 году – 48%. Биотопливо будет дополнительно способствовать сокращению выбросов парниковых газов, если оно будет производиться согласно критериям устойчивости, например, в соответствии с регламентами ЕС. Водород, полученный при помощи электроэнергии на основе ВИЭ, – еще одно решение, которое дополнительно способствует увеличению доли возобновляемой энергетики в транспортном секторе после того, как доля возобновляемой электроэнергии достигнет весьма высокого уровня.

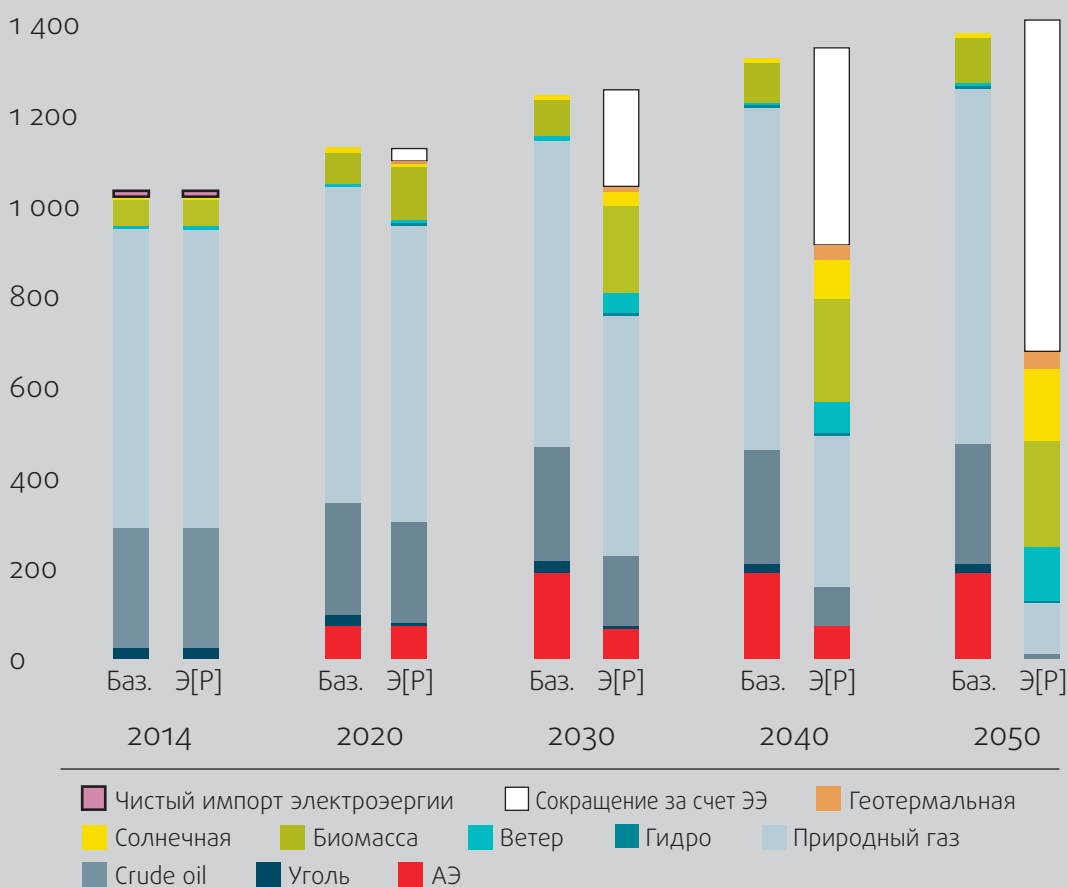


08. Конечное потребление энергии транспортным сектором согласно БС и сценарию Э[Р]

ПОТРЕБЛЕНИЕ ПЕРВИЧНОЙ ЭНЕРГИИ

С учетом допущений, рассмотренных выше, потребление первичной энергии согласно Базовому сценарию и сценарию Э[Р] (рис. 9). Согласно сценарию Э[Р] потребление первичной энергии сократится на 33% от текущего уровня 1008 ПДж в год до около 680 ПДж в год. По сравнению с БС общее потребление первичной энергии уменьшится на 50% в 2050 году согласно сценарию Э[Р] (БС: около 1360 ПДж в 2050 году). Общая доля возобновляемой первичной энергии составит 27% в 2030 году и 80% в 2050 году согласно сценарию Э[Р] (без учета потребления в неэнергетических целях. В конечном потреблении энергии доля ВИЭ увеличивается с 6,8% в 2014 году до 80,5% в 2050 году.

ПДж/год

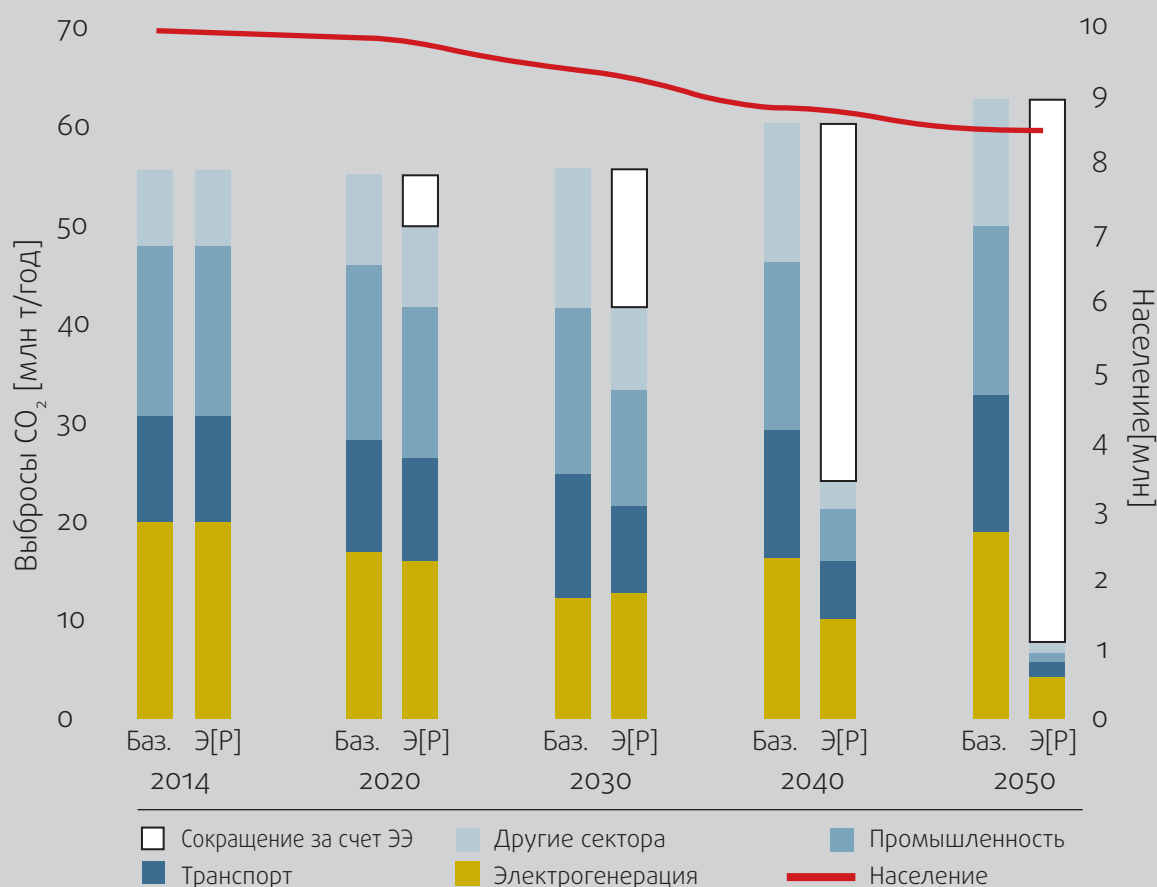


09. Прогноз общего потребления первичной энергии по энергоносителям согласно Базовому сценарию и сценарию Э[Р]

ДИНАМИКА ВЫБРОСОВ CO₂

Согласно БС выбросы CO₂ в Беларуси увеличатся на 13% в период с 2014 по 2050 годы, согласно сценарию Э[Р] они сократятся с 55 млн т в 2014 году до 8 млн т в 2050 (см. рис. 10). Годовой объем выбросов на душу населения снизится с 5,8 т до 0,9 т. Несмотря на отказ от ядерной энергетики и растущее потребление электрической энергии, выбросы CO₂ в электроэнергетическом секторе снизятся. Кроме того, выбросы парниковых газов в транспортном секторе в долгосрочной перспективе уменьшатся за счет повышения энергоэффективности и увеличения использования электромобилей.

Согласно сценарию Э[Р], сектор генерации электроэнергии будет оставаться крупнейшим источником выбросов парниковых газов в 2050 году, его доля в выбросах CO₂ будет составлять 55%. Согласно сценарию Э[Р] к 2050 году выбросы CO₂ в Беларуси будут на 93% ниже аналогичных показателей 1990 года.



10. Динамика выбросов CO₂ по секторам согласно Базовому сценарию и сценарию Э[Р]





ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ [Р]ЕВОЛЮЦИЯ:

ПЕРСПЕКТИВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА БЕЛАРУСИ

МИНСК 2018