

# **Прогноз развития топливно-энергетического комплекса и выбросов парниковых газов для Республики Беларусь до 2050 года**

iSANS  
Март 2022

## Сокращения

**АЭС** – атомная электростанция

**ВВП** – валовой внутренний продукт

**ВДС** – валовая добавленная стоимость

**ВИЭ** – возобновляемые источники энергии

**ВЭУ** – ветроэнергетическая установка

**КЭС** – конденсационные электростанции

**Мини-ТЭЦ** – ТЭЦ малой мощности

**НОВ** – национально определяемые вклады в сокращение выбросов парниковых газов в рамках Парижского соглашения.

**СЭС** – солнечная электрическая станция

**ТЭЦ** – электростанция с когенерационным производством тепловой и электрической энергии

## Введение

Целью данного исследования являлось построение сценариев развития энергетического сектора и расчет выбросов парниковых газов при различных вариантах развития энергетики.

Работа выполнялась в январе-феврале 2022 года и поэтому исследование не включает эффекты от агрессии России против Украины. Впрочем, уровень влияния данных эффектов до сих пор не определен и поэтому их учет по-прежнему невозможен на долгосрочном горизонте.

В ходе выполнения исследования планировалось решить следующие задачи:

- определить долгосрочный тренд развития энергетического комплекса, если в нем не будут реализовываться никакие меры по повышению эффективности.
- определить усилие действующих властей по повышению эффективности функционирования энергосистемы и сокращению выбросов парниковых газов;
- определить, насколько технически возможно сократить выбросы парниковых газов используемыми технологиями;
- впервые разработать сценарий климатической нейтральности для Беларуси. Определить его достижимость, необходимые инвестиции и технологии.

## Сценарии

Данный отчет включает 4 сценария развития энергетики:

**Сценарий «Без изменений»** - сценарий, построенный на существующей ситуации с прогнозным изменением ВВП и численности населения. Другие удельные и относительные параметры остаются неизменными. Это значит, что сокращения энергоемкости ВВП не происходит, удельное потребление энергии на душу населения и на единицу производства продукции остается неизменным. Структура преобразования энергии также остается неизменной. Данный сценарий учитывает работу первого блока АЭС в 2021 году и пуск второго блока в 2022 году. В целом такие предположения не имеют значительной практической ценности, так как в любом случае функционирование экономики предполагает инвестиции в основное оборудование хотя бы для восстановления основных фондов. А любая замена оборудования предполагает повышение его эффективности, в том числе и энергетической. Данный сценарий будет использоваться в большей мере для сравнения с ним других сценариев и определения уровня предполагаемых изменений относительно полной консервации ситуации.

**Сценарий «Существующая политика»** - сценарий, построенный на сохранении существующих политико-идеологических подходов (ограничении развития ВИЭ, административном управлении энергосистемой и энергосбережением и т.д.). В него заложены существующие тенденции по изменению энергоемкости и удельному потреблению энергии, существующие тенденции изменения структуры преобразования энергии. Данный сценарий учитывает работу первого блока АЭС в 2021 году и пуск второго блока в 2022 году.

**Сценарий «С традиционными мерами»** - Сценарий предполагает развитие с использованием применяемых сегодня мер по сокращению выбросов парниковых газов, но в максимально возможном объеме.

**Сценарий «Климатической нейтральности»** - Сценарий предполагает использовать все доступные технологии без учета политико-идеологических ограничений.

#### Общие экономические предположения

Ожидаемый экономический рост на прогнозный период будет составлять в среднем около 1% в год. Это незначительно ниже, чем среднее значение за предыдущие 10 лет (1,6%). Однако сценарий, предполагающий даже такой экономический рост, можно считать оптимистичным, учитывая, что за предыдущие 5 лет средний экономический рост был и вовсе равен нулю, а в последнее время наблюдается интенсивный отток рабочей силы, как в виде политических увольнений, так и в виде экономической и политической эмиграции. Кроме того, будет сказываться влияние санкций. С учетом активных действий по разрушению экономических и демократических институтов, уровень экономического роста в 1% в год можно считать вероятным. Мы не считаем, что страна может устойчиво развиваться при таких низких темпах роста, однако основания для других предположений в настоящий момент отсутствуют. Мы надеемся, что они появятся в ближайшее время.

При этом предполагается, что структура формирования валовой добавленной стоимости по видам экономической деятельности также не изменится. Возможно, в будущем структура ВВП будет изменяться особенно на таком длительном прогнозном горизонте, однако в настоящей работе у нас нет предположений и прогнозов о темпах и направлении изменения структуры ВВП. Возможно, в будущих работах будут использованы более детальные экономические прогнозы.

## Сценарий «Без изменений»

Если ситуация будет развиваться в соответствии с предположениями сценария «Без изменений», то будет наблюдаться рост потребления энергии в секторе конечного потребления. Также будет увеличиваться потребление энергии на преобразование в тепловую и электрическую энергию и в другие виды топлива. Детали прогноза приведены ниже.

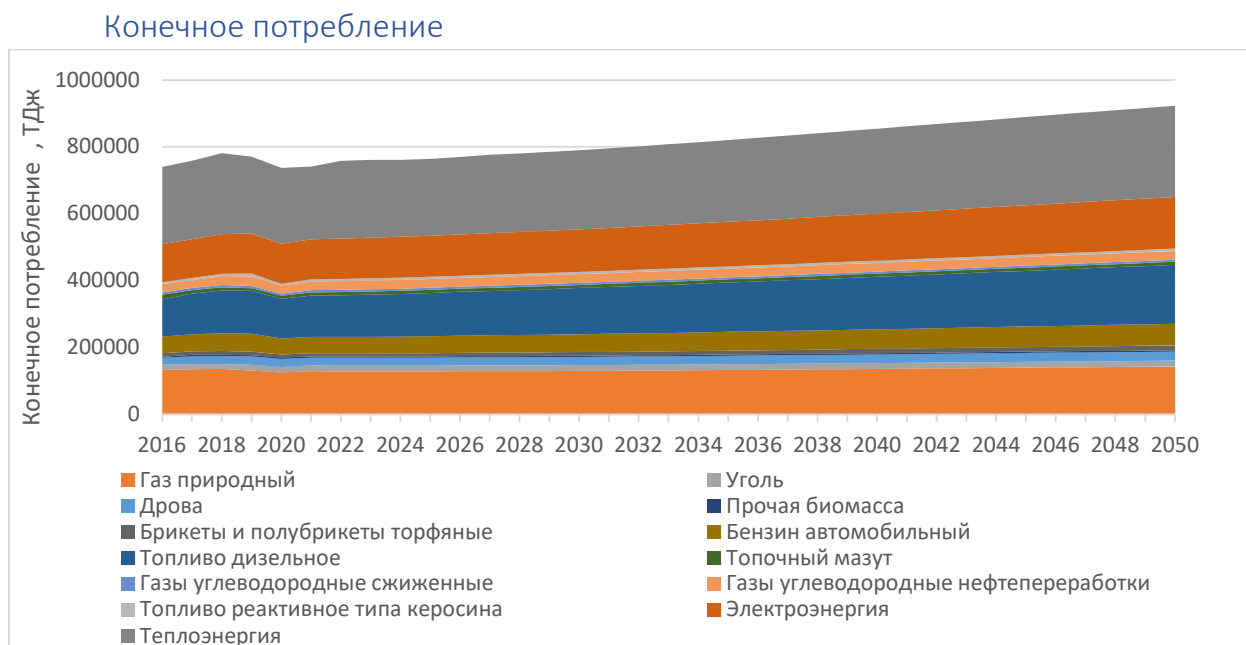


Рисунок 1 - Прогноз конечного потребления по сценарию "Без изменений"

Общее конечное потребление будет расти. Потребление некоторых видов топлива, таких как природный газ и некоторые нефтепродукты будут поддерживаться на постоянном уровне. Впрочем, рост будет медленным, что связано с низким ростом ВВП.

### Сектор преобразования

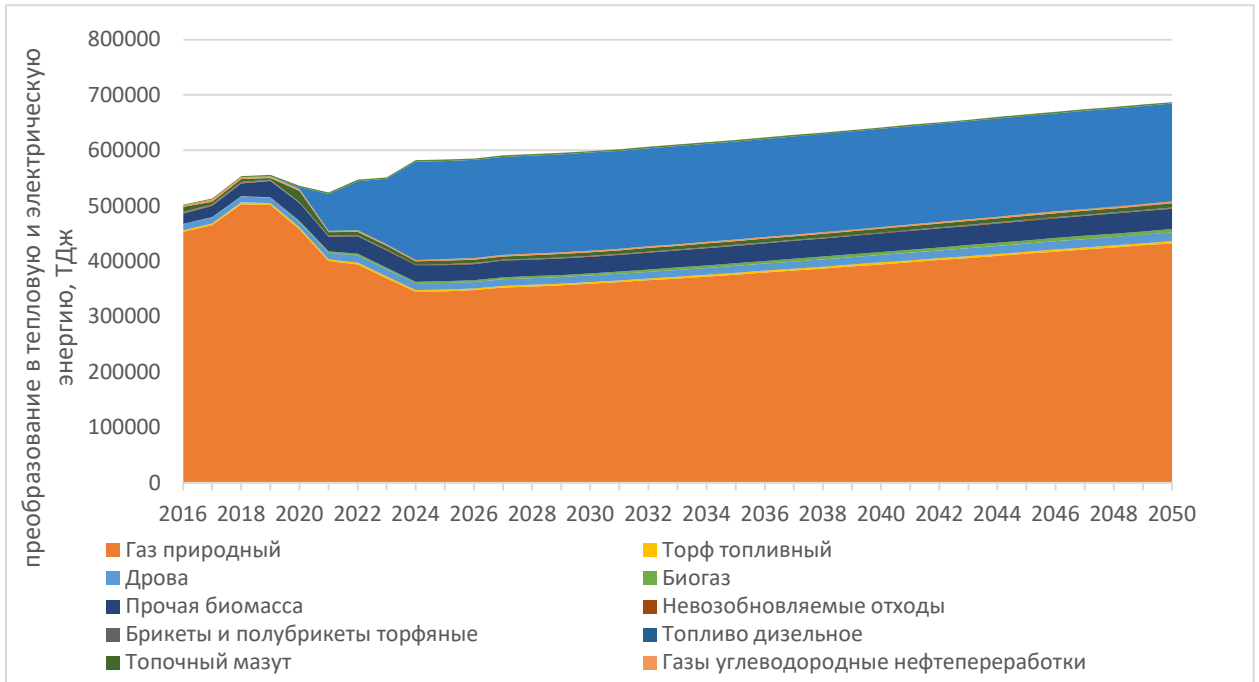


Рисунок 2 - Потребление топлив в секторе преобразовании в тепловую и электрическую энергию в сценарии «Без изменений»

Основным изменением в секторе преобразования в тепловую и электрическую энергию является пуск АЭС. Рост потребления электрической и тепловой энергии будет обеспечиваться за счет увеличения использования природного газа в соответствии с существующими сегодня практиками.

### Выбросы парниковых газов

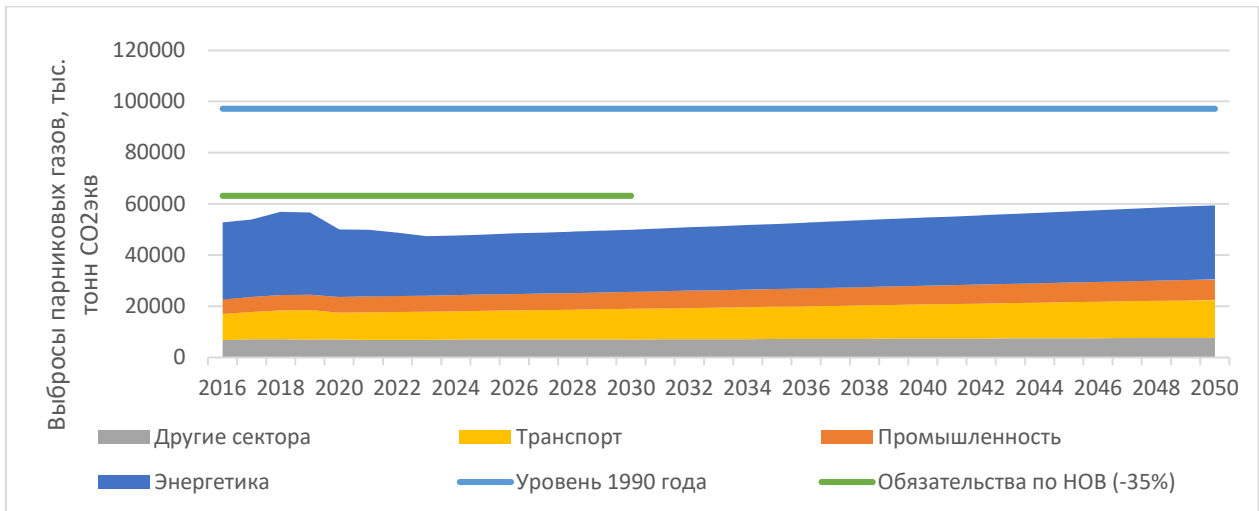


Рисунок 3 - Выбросы парниковых газов в сценарии "Без изменений"

После сокращения эмиссии из-за пуска АЭС выбросы продолжают увеличиваться пропорционально росту ВВП. При этом обязательства по уровню выбросов в соответствии с НОВ будут выполнены и к 2030 году, и к 2050. С этой точки зрения, обязательства, взятые Республикой Беларусь, не выглядят амбициозными.

Основной рост наблюдается в секторе транспорта, так как даже невысокие темпы роста экономики напрямую ведут к увеличению потребления топлив, и именно углеводородных ископаемых видов топлив.

Уровень потребления энергии «Другими секторами» (к этому сектору относится население, сельское хозяйство, строительство и сфера услуг) не будет увеличиваться ввиду сокращения численности населения, отсутствия роста доходов и очень низком экономическом росте в сельском хозяйстве. Экономический рост в сфере услуг имеет слабую связь с потреблением энергии ввиду низкой энергоемкости сектора.

В секторе производства тепловой и электрической энергии в ближайшие годы ожидается значительное сокращение объемов выбросов парниковых газов в связи с пуском АЭС. В последующие годы выбросы начинают увеличиваться в связи с ростом потребления электроэнергии. Развитие ВИЭ или реализация энергосберегающих мероприятий в данном сценарии не планировалось, поэтому все увеличение потребления электрической энергии обеспечивается за счет увеличения выработки электроэнергии на природном газе. Согласно расчету, выбросы в данном сценарии составят 60% от уровня эмиссии в 1990 году.

### Сценарий «Существующая политика»

#### Конечное потребление

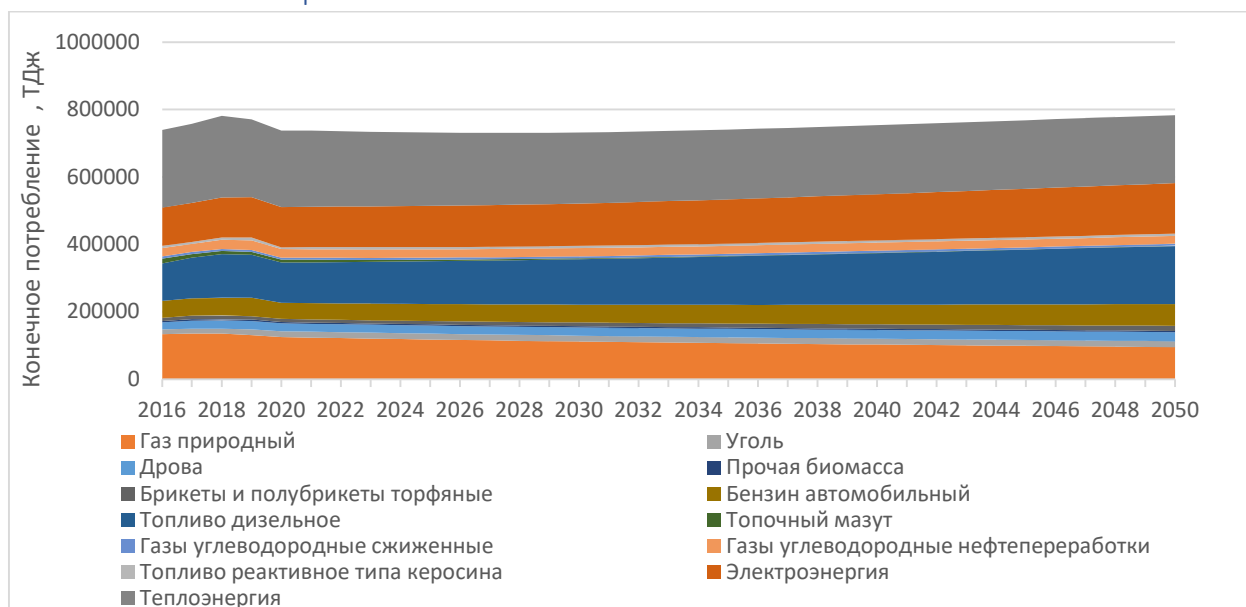


Рисунок 4 - Прогноз конечного потребления по сценарию "Существующая политика"

В данном сценарии конечное потребление энергии остается практически стабильным. Несколько увеличивается потребление электрической энергии и дизельного топлива компенсируется сокращением потребления природного газа и тепловой энергии в результате реализации энергосберегающих

мероприятий. В итоге к 2050 году конечное потребление энергии лишь немного превысит пиковые значения 2018 года.

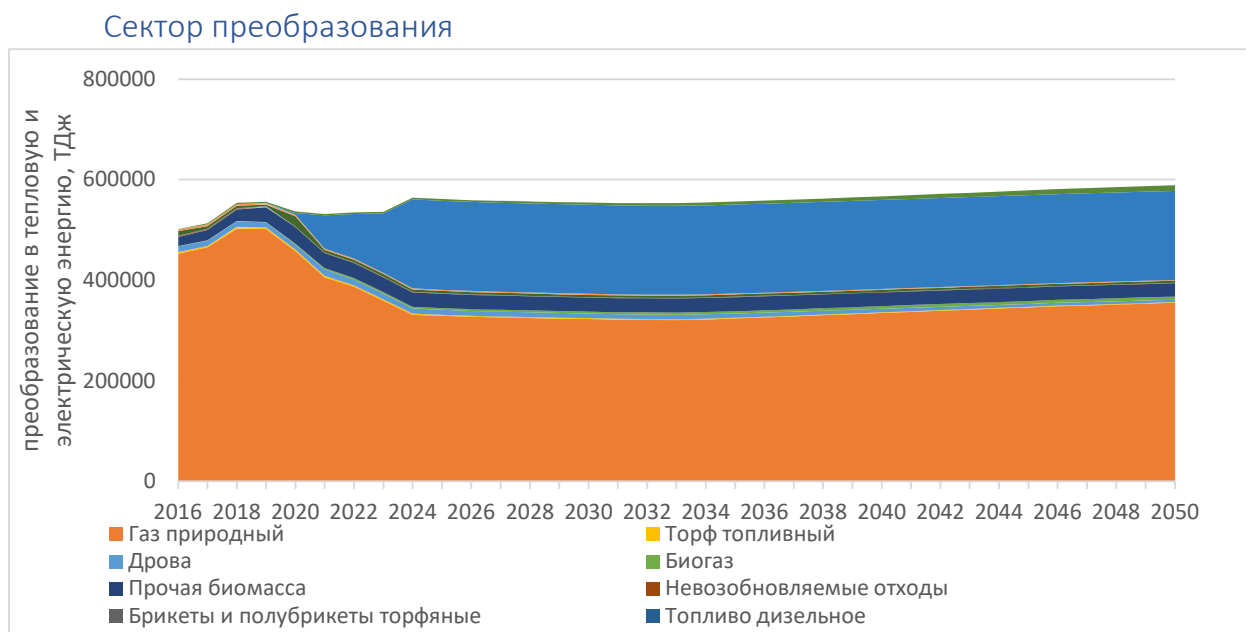


Рисунок 5 - Потребление топлив в секторе преобразовании в тепловую и электрическую энергию в сценарии «Существующая политика»

В данном сценарии объем потребления топлив на производство тепловой и электрической энергии практически не изменяется. Наблюдается сокращение использования природного газа за счет замещения на атомную энергию в период 2021-2024г.

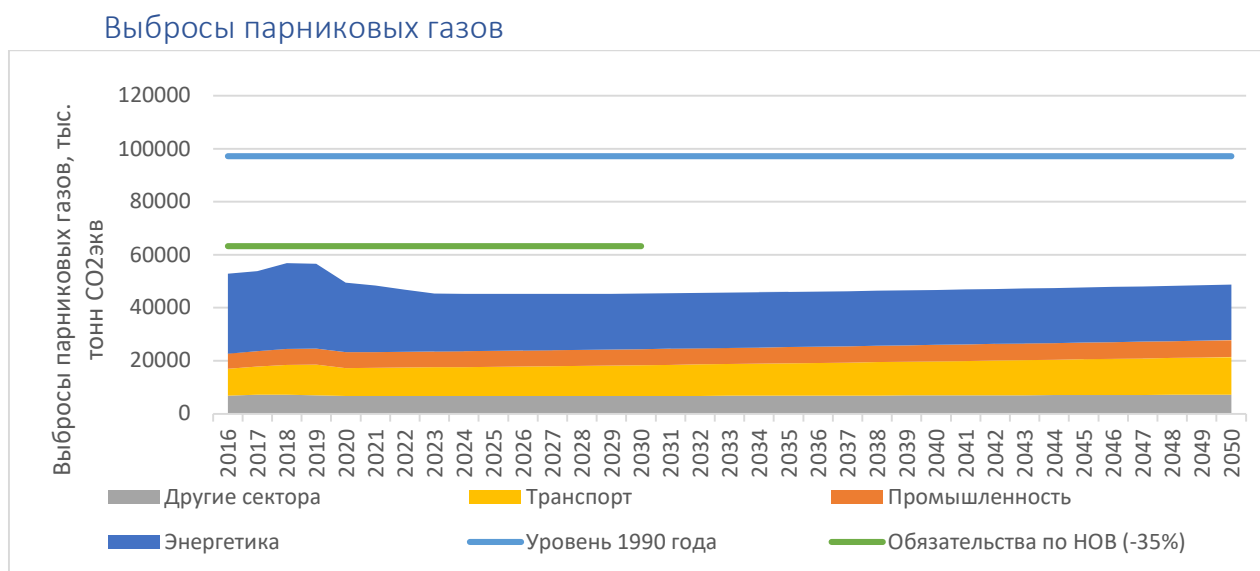


Рисунок 6 - Выбросы парниковых газов в сценарии "Существующая политика"

В данном сценарии выбросы увеличиваются медленнее, что связано в первую очередь с предположением о сохранении тенденций к сокращению энергоемкости ВВП и повышению эффективности использования энергии. Кроме того, в данный сценарий включено создание источников



электроэнергии на возобновляемых видах топлива в рамках запланированных в Концепции развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года<sup>1</sup>, а также сохранение тенденций по переводу котельных с природного газа на биомассу.

В соответствии с данным сценарием выбросы парниковых газов практически не растут. Обновление технологического оборудования и другие мероприятия по энергосбережению полностью компенсируют рост выбросов, связанный с экономическим ростом.

В этих условиях запуск АЭС является основным источником сокращения выбросов парниковых газов. При таком развитии энергетического комплекса и экономики уровень выбросов парниковых газов к 2050 году будет соответствовать 50% от объема выбросов 1990 года от сжигания топлива. Также это говорит о мерах, прилагаемых действующим правительством в части сокращения выбросов парниковых газов. Все реализуемые политики и меры позволяют сократить выбросы не более чем на 10% в 2050 году относительно 1990 года.

### Сценарий «С традиционными мерами»

В данном сценарии предполагается, что перечень мероприятий, проводимых с целью повышения энергоэффективности и сокращения выбросов парниковых газов, останется таким же, как и в предыдущем сценарии. Но при этом объем их реализации будет значительно большим и будет приближаться к техническому потенциалу.

#### Конечное потребление

Общее конечное потребление в данном сценарии имеет тенденцию к сокращению.

---

<sup>1</sup> [https://minenergo.gov.by/wp-content/uploads/Koncepcija-razvitija-jelektrogen.moshhnostej-i-jel.setej-do-2030-g.\\_2020.docx](https://minenergo.gov.by/wp-content/uploads/Koncepcija-razvitija-jelektrogen.moshhnostej-i-jel.setej-do-2030-g._2020.docx)

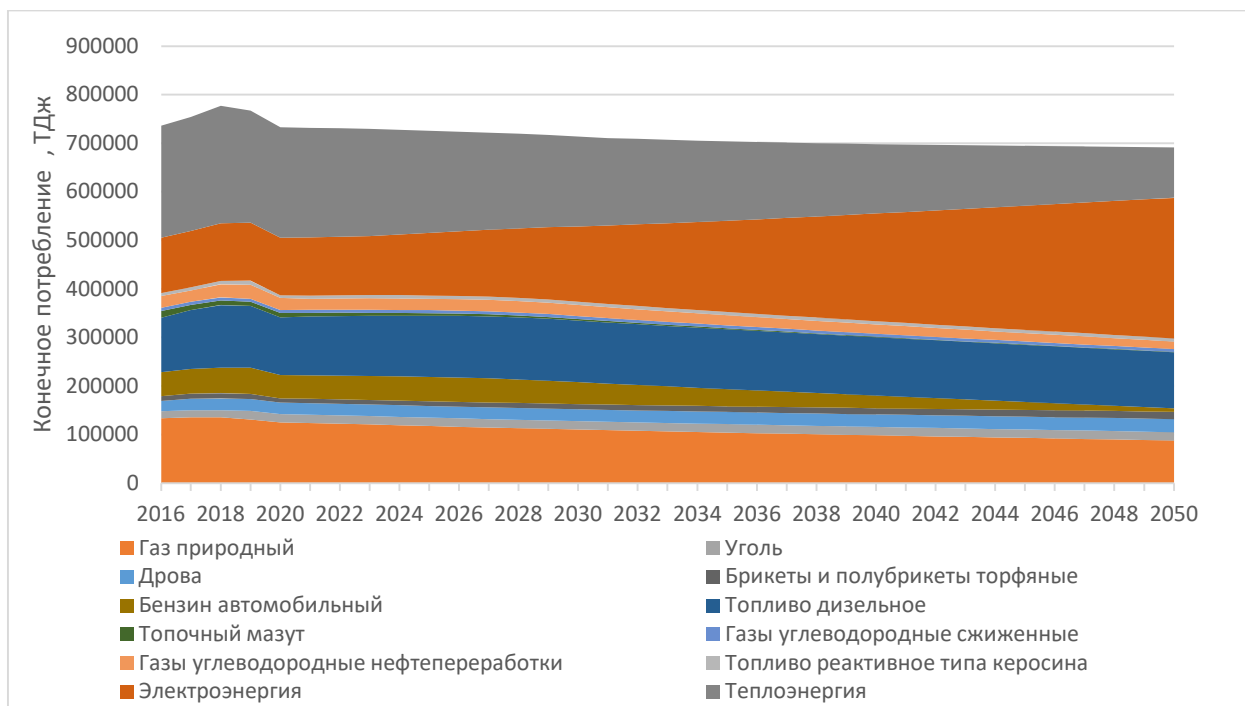


Рисунок 7 - Прогноз конечного потребления по сценарию "С традиционными мерами"

Потребление практически всех основных ископаемых видов топлива сокращается. В основном их потребление замещается на использование электроэнергии.

Основной причиной сокращения конечного потребления энергии является электрификация теплоснабжения, которое более эффективно за счет более высокой возможности автоматизации.

#### Сектор преобразования

В секторе преобразования в данном сценарии планируется сокращение использования природного газа.

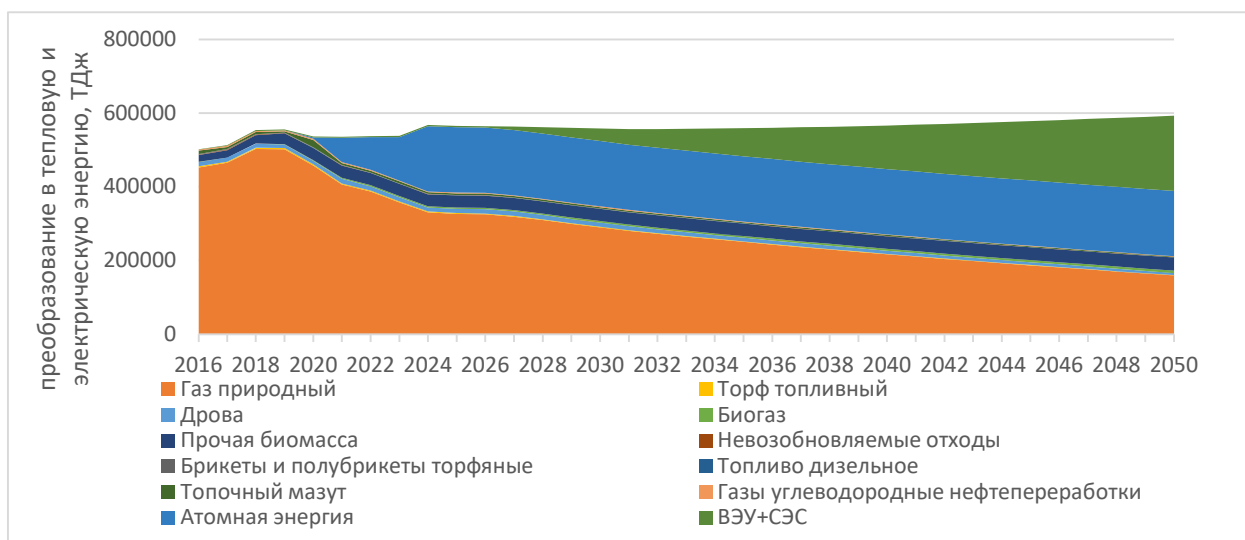


Рисунок 8 - Потребление топлив в секторе преобразования в тепловую и электрическую энергию в сценарии «С традиционными мерами»

Сокращение выработки электроэнергии из природного газа замещается на производство на ВЭУ и СЭС. Аналогично другим сценариям увеличивается потребление ядерного топлива.

#### Выбросы парниковых газов

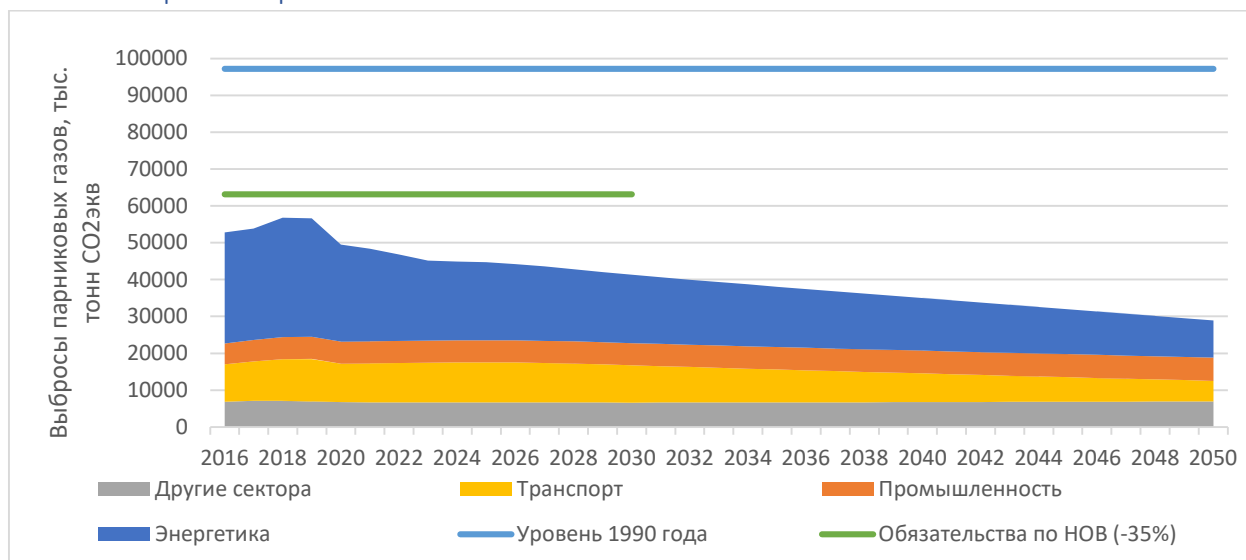


Рисунок 9 - Выбросы парниковых газов в сценарии «С традиционными мерами»

Сценарий «С традиционными мерами» демонстрирует значительное сокращение общих выбросов парниковых газов.

Наблюдается некоторое сокращение выбросов в части транспорта, что является прямым результатом развития электротранспорта.

Выбросы от промышленности растут, но более низкими темпами, что связано с электрификацией технических процессов и хозяйственно-бытовых нужд.

Данная тенденция не проявляется «других секторов». Активных мер по сокращению потребления населением ископаемых видов энергии в данном сценарии не реализуется, поэтому и изменений в части потребления энергии и выбросов парниковых газов от населения не происходит. Также не происходит изменение в выбросах парниковых газов от сектора сельского хозяйства. Некоторое сокращение наблюдается в сфере услуг, в первую очередь за счет перехода на использование электроэнергии на нужды отопления, что замещает не только потребление тепловой энергии, но также природного газа и торфяных брикетов.

Ключевое изменение наблюдается в секторе энергетики. В данном сценарии планируется внедрение значительных объемов ВИЭ. До 2025 года объем ввода ВИЭ ограничен режимом работы энергосистемы после пуска АЭС. После 2025 год для обеспечения баланса электрической энергии необходимо будет вводить солнечные и ветряные электростанции в

значительных объемах (ориентировочно до 1,2 ГВт в год). Для точного определения графика ввода мощностей на ВИЭ необходим расчет оптимальной структуры генерации электроэнергии — это отдельная задача и в данной работе она не проводилась. В данном сценарии оценивался приблизительный объем ВИЭ, который необходим для обеспечения работы энергосистемы при сохранении в работе ТЭЦ, АЭС и минимального необходимого объема КЭС.

Таким образом, реализация максимального объема традиционных мер по сокращению выбросов парниковых газов в энергетике приведет к сокращению выбросов парниковых газов к 2050 году до уровня в 30% от объема выбросов в 1990 году в энергетике.

На графике 10 приведены меры, с помощью которых можно добиться такого эффекта, и требуемый объем инвестиций.

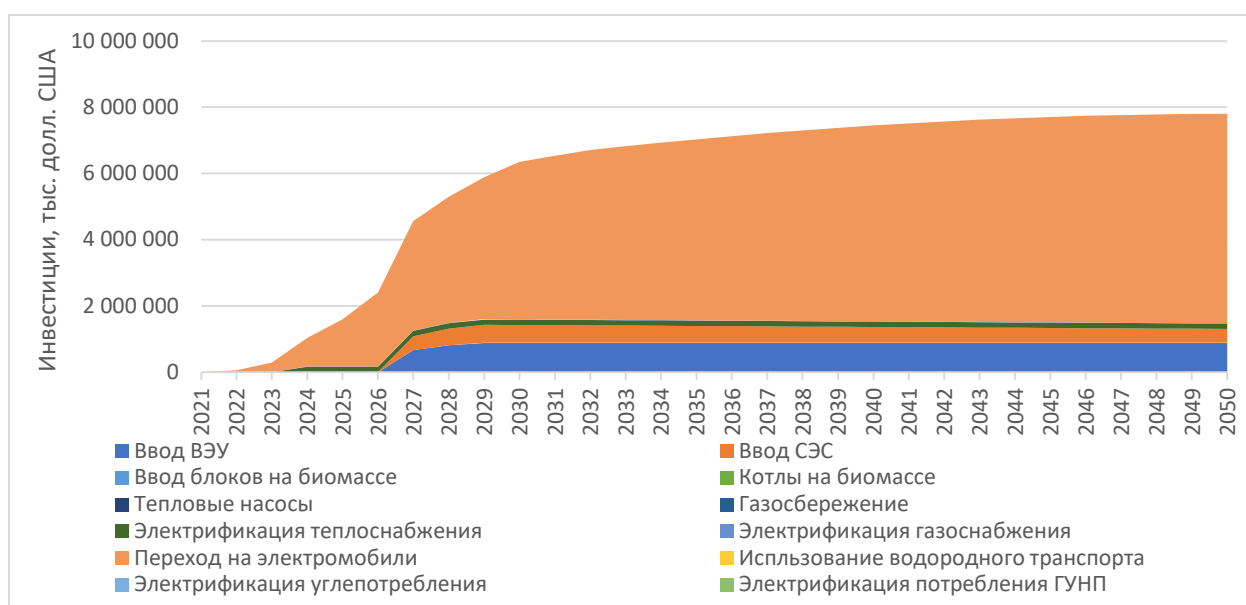


Рисунок 10 - Инвестиции в реализацию сценария "С традиционными мерами"

После 2030 года в декарбонизацию экономики нужно будет вкладывать 6–8 млрд. долл. США ежегодно. Причем основные объемы будут направлены на переход на использование электромобилей. Практически все запланированные инвестиции экономически целесообразны, вкладываются в окупаемые проекты, т. е. позволят вернуть вложения. Но сам объем инвестиций очень большой – после 2030 года составляет около 80% всех инвестиций в Республике Беларусь в основной капитал 2020 года и почти в 8 раз выше, чем инвестиции в секторе снабжения в том же году. Нужно подчеркнуть, что сегодняшние затраты населения на замену личного автопарка не учитываются в общем объеме инвестиций. Поэтому частично затраты на переход на электромобили будет финансироваться за счет населения.

Достижение 30% от 1990 года является хорошим показателем относительно текущего состояния. Однако при этом нужно учитывать, что многие страны мира декларируют цель - достижение климатической нейтральности к 2050 году. Климатическая нейтральность не предполагает нулевые выбросы, но предполагает, что объем выбросов будет равен или ниже, чем объем поглощения парниковых газов. В Беларуси поглощается ежегодно около 22 млн тонн<sup>2</sup>. Поэтому выбросы в секторе «Энергетика» на уровне 30% (около 30 млн тонн) не позволят достичь климатической нейтральности к 2050 году в целом по стране, особенно с учетом выбросов в других секторах.

Кроме того, данный сценарий предполагает, полное использование потенциала внедряемых сейчас мероприятий. Основные выбросы в части конечного потребления приходятся на технологические процессы и использование моторного топлива. А в части преобразования электрической и тепловой энергии – выбросы при сжигании природного газа на ТЭЦ и котельных, которые не могут быть полностью переведены на использование биомассы. Таким образом, возможности к дальнейшему сокращению выбросов при данном подходе ограничены.

## Сценарий «Климатической нейтральности»

### Конечное потребление

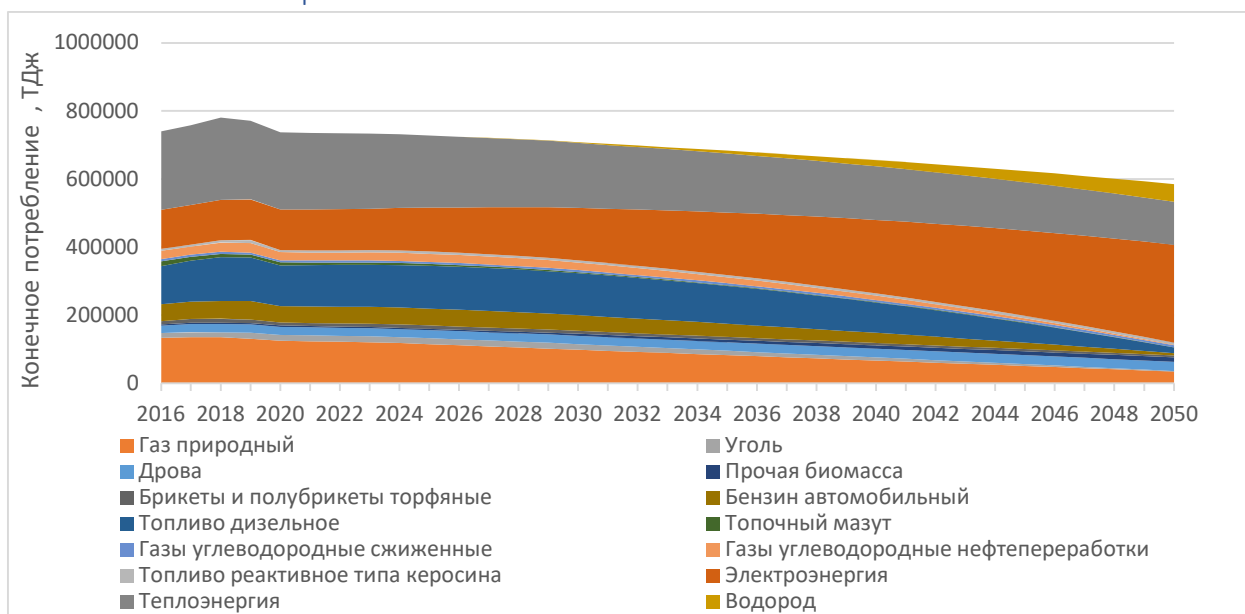


Рисунок 11 - Прогноз конечного потребления по сценарию "Климатической нейтральности"

Конечное потребление энергии в данном сценарии значительно сокращается. Это связано с переходом на электроэнергию и водород, эффективность использования которых всегда выше, чем эффективность

<sup>2</sup> <https://unfccc.int/documents/225993>

использования ископаемого топлива. Более того данный сценарий предполагает дополнительные мероприятия по энергосбережению.

### Сектор преобразования

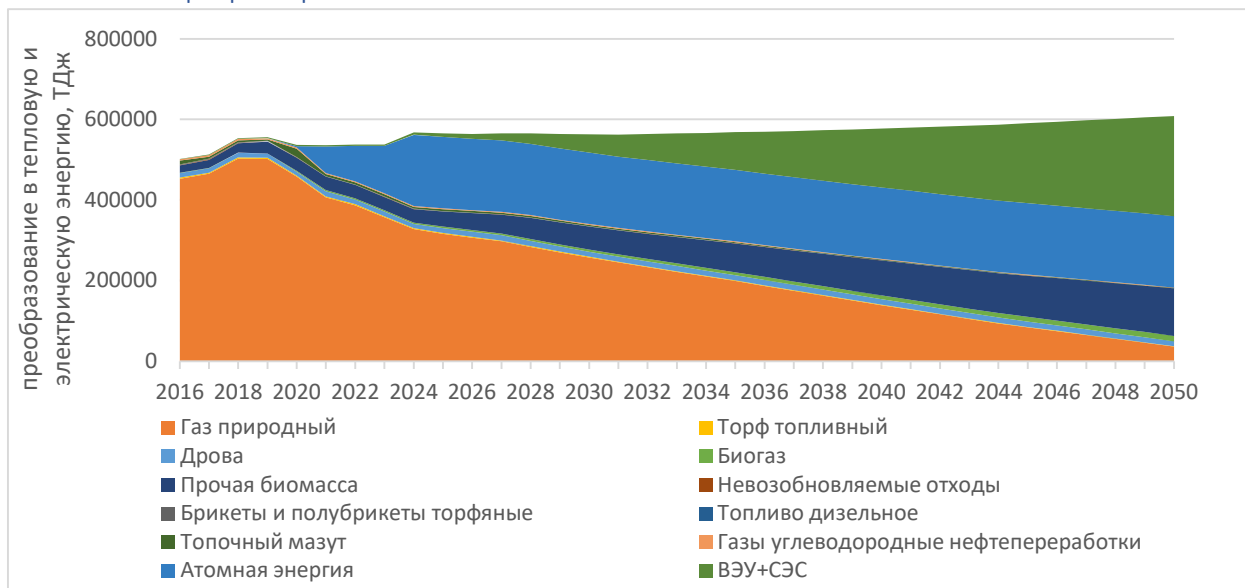


Рисунок 12 - Потребление топлив в секторе преобразования в тепловую и электрическую энергию в сценарии «Климатической нейтральности»

Сценарий подразумевает сокращение использования природного газа до минимально возможных уровней потребления. Вместе с этим увеличивается использование биомассы. Рост потребления электроэнергии обеспечивается за счёт увеличения использования возобновляемых источников энергии.

### Выбросы парниковых газов

Исходя из результатов предыдущего сценария получается, что при постановке цели достижения климатической нейтральности, внедрять придется также новые технологии (водородный транспорт, тепловые насосы, установки на биогазе и биомассе и т.д.), а также придется менять технологические линии производств. При этом необходимо будет в значительной степени изменить структуру производства электрической энергии.

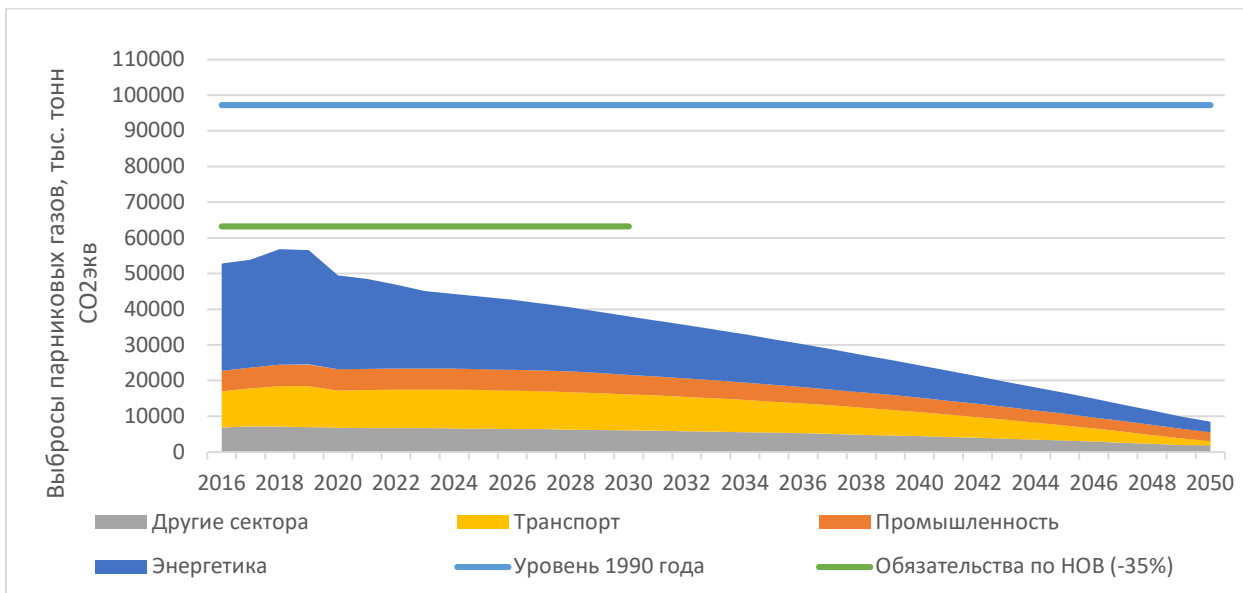


Рисунок 13 - Выбросы парниковых газов в сценарии "Климатической нейтральности"

Кроме обеспечения всего роста потребления электрической энергии за счет ВИЭ придется также выводить из эксплуатации ТЭЦ, а мини-ТЭЦ и районные котельные необходимо будет переводить на биомассу. Однако ограничения на объем добычи биомассы потребуют значительного увеличения использования электроотопления в том числе и с использованием тепловых насосов. В зоне действия крупных ТЭЦ общего пользования электроотопление (прямое или через использование тепловых насосов) или отопление с помощью гелиоколлекторов является единственной альтернативой. Использование биомассы на крупных ТЭЦ будет очень дорого из-за большого плеча доставки, а также приведет к экологическим осложнениям в связи со значительным ростом выбросов в атмосферу продуктов горения древесины.

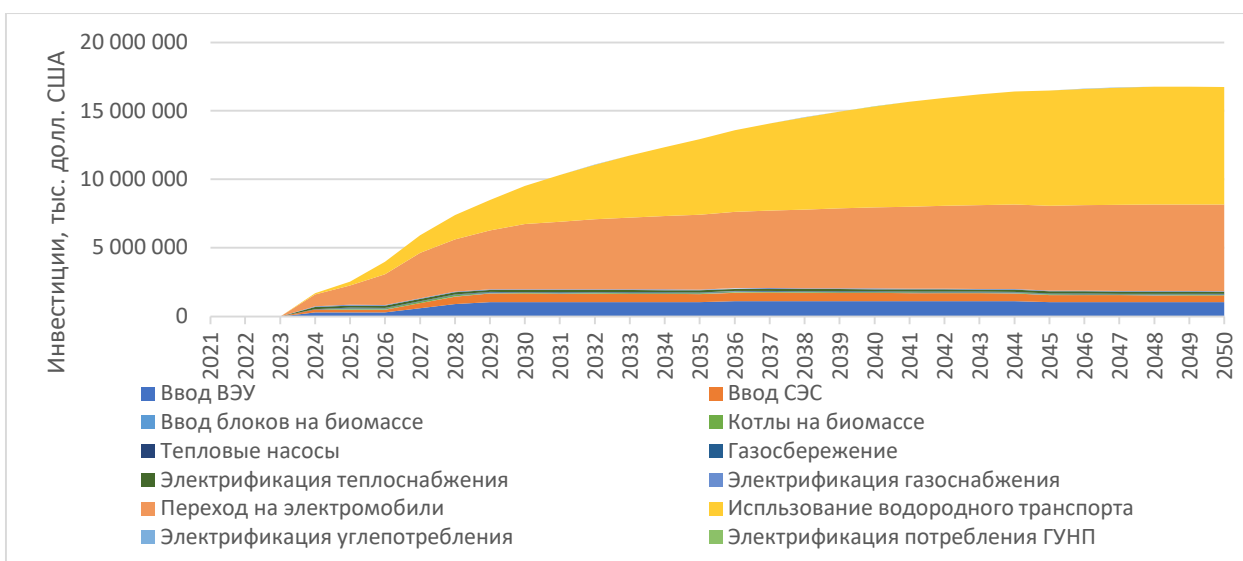


Рисунок 14 - Инвестиции в реализацию сценария "Климатической нейтральности"

Использование передовых технологий, в первую очередь водородных, потребует значительных инвестиций в основной капитал. Основные инвестиции необходимы в секторе транспорта. Около 6 млрд в год необходимо будет тратить на электротранспорт. По большей части это частный транспорт (легковые автомобили). Но значительная часть потребления дизельного топлива приходится на грузовые автомобили и сельскохозяйственную технику. Кроме того, ввиду более высокой стоимости водородного транспорта и более позднего начала использования технологии, объем инвестиций в него растет быстрее. В итоге к 2050 году инвестиции в обновление грузового и сельскохозяйственного автопарка потребуют вложений еще около 8 млрд. долл. в год., что превышает общий объем сегодняшних инвестиций. Кроме этого, в другие технологии потребуется вкладывать 2 млрд долл. в год.

Расчеты показывают, что для обеспечения климатической нейтральности на уровне страны необходимы огромные инвестиции, при этом основные объемы инвестиций необходимы для обновления автомобильного парка, а также для перехода на использование безуглеродных видов топлива.



## Выводы

Низкие прогнозные темпы экономического роста показывают, что Беларуси удастся выполнить обязательства в рамках Парижского соглашения в любом случае, даже если меры по сокращению выбросов парниковых газов применяться не будут вовсе. Это говорит о низкой амбициозности поставленных целей по сокращению выбросов парниковых газов.

Предпринимаемые меры при таком низком экономическом росте позволят сократить выбросы до уровня 50% от объема выбросов в 1990 года от сжигания топлива. Также это говорит мерах, прилагаемых правительством в части сокращения выбросов парниковых газов. Все реализуемые политики и меры позволяют сократить выбросы не более, чем на 10% в 2050 году относительно 1990 года.

Реализация традиционных мер по сокращению выбросов парниковых газов в максимальном технически возможном объеме позволит достичь сокращения выбросов до 30% от уровня 1990 года. В таком сценарии после 2030 года в декарбонизацию экономики нужно будет вкладывать около 8 млрд. долл. США ежегодно, что составляет около 80% общих годовых инвестиций Беларуси или в 8 раз больше, чем инвестиции в сектор энергоснабжения в 2020 году. Причем основные объемы будут направлены на переход на использование электромобилей.

Достижение климатической нейтральности возможно только при использовании новых технологий (водородный транспорт, тепловые насосы, возобновляемые источники энергии, установки на биогазе и биомассе и т. д.), а также придется менять технологические линии производств. Данная цель недостижима без вывода из эксплуатации ТЭЦ с замещением их на тепловые насосы или электроотопление. Однако наиболее затратным сектором является грузовой транспорт и сельское хозяйство, которые необходимо переводить на использование водородного топлива. Перевод данных секторов на водород потребует инвестиции в объеме до 8 млрд. долл. в год.