



Центр по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ)

И.А. Башмаков и А.Д. Мышак

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ВЫБРОСЫ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ «ЭНЕРГЕТИКА» РОССИИ: 1990-2050

ЧАСТЬ 2: ПРОГНОЗЫ НА 2010-2060 годы

Москва, февраль 2013 г.



СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ	6
1.1 Прогнозы на 2010-2060 гг.	6
1.2 Ретроспектива 1990-2011 гг.	12
2 СРАВНЕНИЕ ПРОГНОЗОВ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ «ЭНЕРГЕТИКА» РОССИИ НА 2010-2060 ГГ.	20
2.1 Объекты сравнения и источники информации	20
2.2 Нет одной дороги в будущее. Диапазоны прогнозов выбросов парниковых газов от сектора «Энергетика» до 2060 г.	23
2.3 На «Дороге Сизифа» поставлен крест!	25
2.4 Семейство сценариев «Зона базовой линии». Рост выбросов ПГ в секторе «Энергетика» к 2050 г. на 33-55% выше значения 1990 г.	26
2.5 Семейство сценариев «Углеродное плато». С большой вероятностью уровень выбросов ПГ от сектора «Энергетика» 1990 г. не будет превышен вплоть до 2060 г.	27
2.6 Семейство сценариев «Низкоуглеродная Россия». Максимально возможное торможение роста выбросов до 2030 г. и удерживание их на уровне ниже 1990 г. вплоть до 2040 г. с последующим постепенным снижением объема выбросов	30
2.7 Семейство сценариев «Низкоуглеродная Россия – агрессивная политика»	32
2.8 Существование верхнего предела роста выбросов	35
2.9 Пространство решений	36
2.10 Ограничения выбросов и экономический рост	40
2.11 Вопросы для дальнейших исследований	42
3 ПРОГНОЗЫ ЦЭНЭФ	43
3.1 И.А. Башмаков. Низкоуглеродная Россия: 2050 год. М., Авис Оригинал. 2009. 198 с.	43
3.2 И.А. Башмаков. Низкоуглеродная Россия: перспективы после кризиса. Вопросы экономики. № 10. 2009. Сс. 107-120.	47
3.3 И.А. Башмаков. Будет ли в России экономический рост в середине XXI века? Вопросы экономики, № 3, 2011. Сс. 20-39; Материалы семинара «Экономические проблемы энергетического комплекса». Издательство ИНП. М. 2012. 53 с.	54
4 ПРОГНОЗЫ ИНП РАН	59
4.1 ИНП РАН. Ю.В.Синяк. (2008). Сценарии долгосрочного развития ТЭК России и прогнозы выбросов CO ₂ . Возможная стратегия России по сокращению накопления CO ₂ в атмосфере. Материалы семинара «Экономические проблемы энергетического комплекса». 27.03.2007. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. М. 2008. сс. 6-45.	59
4.2 М.Н. Узяков. (2009).....	63
4.3 ИНП РАН. Б.Г. Фёдоров, Б.Н. Моисеев, Ю.В. Синяк. Поглощающая способность лесов России и выбросы углекислого газа энергетическими объектами. Проблемы прогнозирования, №3, 2011.	66
4.4 Синяк Ю.В., Некрасов А.С., Воронина С.А., Семикашев В.В., Колпаков А.Ю. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. Топливо-энергетический комплекс России: возможности и перспективы, Проблемы прогнозирования. № 1, 2013.....	69
5 ПРОГНОЗЫ ИНЭИ РАН	74
5.1 А.А. Макаров (2008). Возможности сдерживания эмиссии парниковых газов в энергетике России. Академия энергетике. №5, 2008. сс. 26-33.	74
5.2 А.А. Макаров (2009). Посткризисное развитие топливно-энергетического комплекса России. Академия энергетике. №10. 2009, сс. 18-26.....	77
5.3 В.А. Малахов. Влияние сдерживания эмиссии парниковых газов на перспективы экономического развития России//Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2010. Труды четвёртой международной конференции. М.: ИПУ РАН, 2010.	79



5.4	Ф.В. ВЕСЕЛОВ, А.А. МАКАРОВ, В.А. МАЛАХОВ Влияние мер по ограничению эмиссии парниковых газов на развитие экономики и энергетики России. Известия Академии Наук. №4. 2010, сс. 69-85.	86
5.5	ПРОГНОЗА РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ МИРА И РОССИИ до 2035 г. ИНЭИ РАН и РЭА. М. 2012. Сайт ИНЭИ РАН.	88
6	ПРОГНОЗ ВШЭ	89
6.1	ВШЭ. Ю.Н.ФЕДОРОВ, Г.В.САФОНОВ, А.Т.БАГИРОВ. Низкоуглеродная экономика России: тенденции, проблемы, возможности. – М., 2009. – 32 с. Подготовлено при поддержке STRATEGIC PROGRAMME FUND (ВЕЛИКОБРИТАНИЯ).....	89
7	ПРОГНОЗЫ АНХ И ИЭПП	92
7.1	АНХ. D. FOMCHENKO, D. GORDEEV, V. POTASHNIKOV. ACADEMY OF NATIONAL ECONOMY, MOSCOW, RUSSIA. O. LUGOVOY. ENVIRONMENTAL DEFENSE FUND, WASHINGTON, USA. CARBON EMISSIONS PROJECTIONS FOR RUSSIA: BASELINE VS. POLICY ESTIMATES. INTERNATIONAL ENERGY WORKSHOP 2010, JUNE 24, STOCKHOLM.	92
7.2	О. Луговой, В. Поташников, Д. Гордеев. Сценарные прогнозы выбросов парниковых газов в России. Анализ чувствительности к предпосылкам. Центр Экономического Моделирования Энергетики и Экологии. РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, 16-19 января 2013 г. в рамках ГАЙДАРОВСКОГО ФОРУМА. Оценки даны от 2011 и 2012 года	93
8	МЭА.....	96
8.1	Обзоры мировой энергетики» (WORLD ENERGY OUTLOOK) за 2004-2012 гг.	96
8.2	МЭА. ПЕРСПЕКТИВЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ (ENERGY TECHNOLOGY PERSPECTIVES) за 2006-2012 гг.	100
9	КОМПАНИЯ МАККЕНЗИ (MCKINSEY&COMPANY)	101
10	ГРИНПИС	105

Введение

На первом этапе данной работы был проведен анализ основных факторов, которые определяли динамику эмиссии парниковых газов, порожденных сектором «Энергетика» Российской Федерации, в ретроспективе (1990-2011 гг.)¹. Основные выводы этого этапа продублированы в разделе 1 данной работы.

Целью второго этапа работы было сопоставление и анализ прогнозов динамики выбросов ПГ, порожденных сектором «Энергетика» Российской Федерации, сделанных разными группами экспертов в России и за рубежом. Важно было определить основные факторы, которые определяют разницу в прогнозных траекториях динамики эмиссии парниковых газов, понять, в какой мере прогнозные оценки различаются за счет допущений, а в какой – за счет структуры модельных комплексов; понять, какие обязательства по контролю выбросов ПГ может взять на себя Россия, какие меры политики по ограничению выбросов могут быть более эффективны, и сколько они могут стоить. В задачи анализа входит также получение ответов на вопрос: приводит ли политика по снижению выбросов к торможению экономического роста или позволяет его сохранить? Важно понять, какие затраты связаны с реализацией мер по ограничению выбросов, какие метрики и подходы используются для их оценки. Ответы на эти вопросы должны позволить укрепить позицию России на переговорах по климату, а также ликвидировать нынешнюю изоляцию отдельных прогнозных групп и создать внутрироссийский форум для обсуждения вопросов политики ограничения выбросов.

Чтобы решить эти непростые задачи, была сформирована база данных с последними сценарными прогнозами выбросов ПГ, порожденных сектором «Энергетика» Российской Федерации, как российских, так и зарубежных авторов, включая данные об основных допущениях этих прогнозов. Всего был проведен анализ 26 работ и 71 сценария. Уже сам факт наличия такого большого числа сценариев, многие из которых уходят к горизонту 2050 г. и за его пределы, стал интересным результатом этой работы. Еще 6 лет назад таких долгосрочных прогнозов в России не было вовсе².

Был оценен «диапазон несогласия» прогнозов и изучена эволюция прогнозных оценок. На этой основе все сценарии были сгруппированы в 5 семейств: «Дорога Сизифа» с высокими уровнями роста выбросов; «Зона базовой линии», отражающая возможную динамику выбросов ПГ при умеренном успехе реализации мер политики, дающих косвенное снижение выбросов; «Углеродное плато», включающее сценарии с возможной стабилизацией выбросов на уровне, близком к уровню 1990 г.; «Низкоуглеродная Россия», которое характеризуется тем, что эффекты выхода на плато, понижения высоты плато и последующего снижения выбросов достигаются за счет мер специальной политики по контролю эмиссии парниковых газов, и наконец, «Низкоуглеродная Россия – агрессивная политика», предполагающее возможность существенного снижения выбросов к 2050-2060 гг. за счет резкой активизации политики ограничения выбросов.

Анализ этих пяти семейств сценариев позволил оценить возможности ограничения выбросов за счет мер политики и выяснить конфигурацию «пространства решений» – сочетания интенсивности повышения энергоэффективности, развития низкоуглеродных и безуглеродных энергетических технологий, захвата и захоронения углерода – в

¹ См. И.А. Башмаков и А.Д. Мышак. Факторы, определяющие динамику выбросов парниковых газов в секторе "Энергетика" России. Анализ на основе данных национального кадастра. ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН». М., 2012.

² По всей видимости, одной из первых работ с горизонтом прогноза до 2050 г. была: Bashmakov, I. Russian energy and carbon emissions coming from 2005 to 2050. Developing visions for a Low Carbon Society (LCS) through sustainable development. Workshop summary. June 13-16. 2006. MitaKaigisho, Tokio. Japan. pp. 59-60.



зависимости от напряженности целевых установок, понять наличие обратной связи между мерами политики ограничения выбросов и экономическим ростом и понять, какова может быть цена жестких обязательств.

В первом разделе сформулированы основные выводы, а также воспроизводятся основные выводы, полученные на первом этапе работы. Во втором разделе проведен сравнительный анализ пяти семейств, объединяющих все 71 сценарий. В разделах 3-10 дан краткий обзор допущений и результатов исследований перспективных траекторий динамики выбросов ПГ, порожденных сектором «Энергетика» Российской Федерации, вплоть до 2060 г., полученных разными исследовательскими группами (ЦЭНЭФ, ИНП РАН, ИНЭИ РАН, ВШЭ, АНХ и ИЭПП, МЭА, МакКензи, Гринпис и др.). Авторы старались включить максимальное количество исследований в орбиту этого анализа и подготовить нечто вроде «путеводителя» по лабиринтам долгосрочных прогнозов выбросов ПГ.

Авторы надеются, что результаты этой работы могут быть использованы при формировании международных обязательств России по контролю за выбросами парниковых газов. Опора на коллективный разум российских экспертов позволит правительству занимать более уверенную позицию на переговорах по климату. Они могут также использоваться при подготовке Национального сообщения. Третьим важнейшим направлением их использования является стимулирование научных исследований в этой области и привлечение к ним большего внимания.

Работа выполнена сотрудниками ЦЭНЭФ И.А. Башмаковым и А.Д. Мышак.

Редактирование и оформление работы – Т.Б. Шишкина и О.С. Ганзюк.

И.А. Башмаков

Лауреат Нобелевской премии мира за 2007 г. в составе Межправительственной группы экспертов по изменению климата

Исполнительный директор Центра по эффективному использованию энергии
(ООО «ЦЭНЭФ»)

1 Основные выводы

1.1 Прогнозы на 2010-2060 гг.

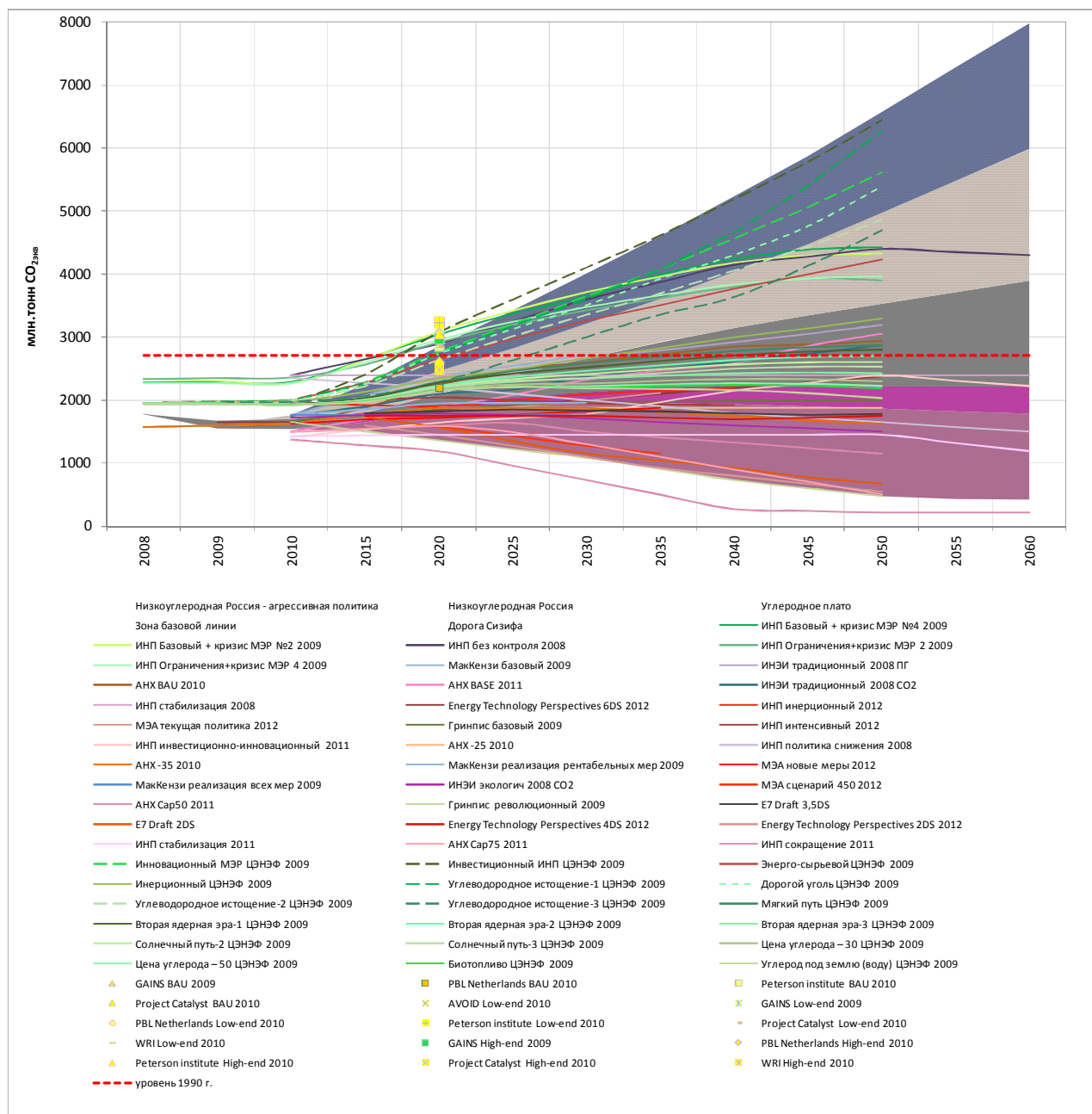
Несмотря на то, что сравнительно небольшая группа экспертов в России занимается прогнозированием динамики выбросов парниковых газов в секторе «Энергетика», база данных по сценариям таких прогнозов уже достаточно населена сценариями, сформированными в разные годы как российскими, так и зарубежными группами экспертов. Было рассмотрено 26 работ и 71 сценарий. В этих работах различаются горизонты и аппарат прогнозирования, широта охвата источников и стоков парниковых газов.

Анализ этих сценариев, объединенных в 5 семейств, показал:

- ❖ **Нет одной дороги в будущее.** Зона неопределенности прогнозных траекторий выбросов ПГ от сектора «энергетика» очень широка: диапазон прогнозных значений выбросов в 2050 г. составляет от 220 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$ до 6500 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$ в зависимости от макроэкономических допущений, отражения степени интенсивности мер политики по снижению выбросов и других особенностей отдельных сценариев. В этом плане картинка по России (рис.1.1) мало отличается от подобных картинок по другим странам и по миру в целом. Но значит ли это, что все траектории доступны и реалистичны?
- ❖ **На «Дороге Сизифа» поставлен крест!**
 - Семейство сценариев «Дорога Сизифа» – траектории с высокими уровнями роста выбросов, превышающих 5000 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$ на уровне 2050 г.;
 - Такое название эта группа получила потому, что эти сценарии опираются на гипотезу о возможности продолжения практики очень быстрого «закатывания» российской экономики в гору экономического развития на основе сохранения модели сырьевой экономики;
 - Кризис 2008-2009 гг. и последующая переоценка возможных темпов развития российской экономики поставили крест на этом семействе сценариев. Ни один из сценариев, сделанных после кризиса 2008-2009 гг. российскими специалистами, в эту зону не попал;
- ❖ **Траектории семейства сценариев «Зона базовой линии» ведут к росту выбросов ПГ в секторе «энергетика» к 2050 г. на 33-55% выше значения 1990 г.**
 - Прогнозы семейства сценариев «Зона базовой линии» опираются на гипотезу о том, что динамика таких параметров, как энергоемкость ВВП и углеродоемкость энергии будут изменяться инерционно темпами, которые наблюдались в ретроспективе, при отсутствии каких-либо успешных мер политики по их ускорению, кроме тех, которые уже были приняты до момента формирования прогноза;
 - Для траекторий этого семейства знаменательно то, что при разных исходных значениях выбросов, используемых различными прогнозными группами, их наклон – приросты по десятилетиям – практически одинаков;

- Если взять уровень выбросов 2010 г., определенный в последнем «Национальном докладе», то получится, что зона базовой линии может быть определена следующим образом: 2020 г. – 2270-2420-млн. т $\text{CO}_2\text{-ЭКВ}$; 2030 г. – 2720-3020 млн. т $\text{CO}_2\text{-ЭКВ}$; 2040 г. – 3170-3620 млн. т $\text{CO}_2\text{-ЭКВ}$; 2050 г. – 3620-4220 млн. т $\text{CO}_2\text{-ЭКВ}$ и 2060 г. – 4070-4820 млн. т $\text{CO}_2\text{-ЭКВ}$;

Рисунок 1.1 Диапазон прогнозов различными группами динамики выбросов ПГ в секторе «энергетика» России до 2060 г.



Источники: см раздел 2.1.

❖ Семейство сценариев «Углеродное плато»: с большой вероятностью уровень выбросов ПГ от сектора «энергетика» 1990 г. не будет превышен вплоть до 2060 г.:

- Прогнозы этого семейства сценариев предполагают успешную реализацию мер политики по модернизации российской экономики, повышению

энергоэффективности, контролю за выбросами вредных веществ, развитию атомной и возобновляемой энергетики и других, которые были приняты в последние годы. Все эти меры политики не ставят в качестве основной цели снижение выбросов, но обеспечивают такое снижение в качестве побочных эффектов;

- Большая часть траекторий этого семейства сценариев:
 - выходит на плато;
 - максимальный уровень насыщения выбросов не превышает 3500 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$ (на 29% выше 1990 г.);
 - уровень выбросов не пересекает линию 1990 г. вплоть до 2035 г., а с большой вероятностью и до 2060 г.;
 - уровень среднегодовых выбросов за 5 лет (именно в такой форме были приняты обязательства по Киотскому протоколу) не пересекает линию 1990 г. вплоть до 2040 г.;
 - Зона динамики выбросов ПГ с мерами общеэкономической политики может быть определена следующим образом: 2020 г. – 1930-2020 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$; 2030 г. – 2040-2220 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$; 2040 г. – 2150-2420 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$; 2050 г. – 2260-2620 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$ и 2060 г. – 2370-2820 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$. То есть уровень выбросов ПГ 1990 г. может быть превышен только после 2050 г.;
 - Среднегодовые приросты выбросов ПГ в 2000-2010 гг. даже при более высоких темпах экономического роста находились на нижней границе приростов, характерных для указанного диапазона в семействе сценариев «Углеродное плато»;
 - По предварительным оценкам, среднегодовые приросты выбросов ПГ в 2011-2012 гг. также находились на нижней границе приростов указанного диапазона;
 - Сохранение таких тенденций в прогнозах показывает, что с большой вероятностью уровень выбросов ПГ от сектора «энергетика» 1990 г. не будет превышен вплоть до 2060 г.;
- ❖ **Семейство сценариев «Низкоуглеродная Россия». Максимально возможное торможение роста выбросов до 2030 г. и удерживание их на уровне ниже 1990 г. вплоть до 2040 г. с последующим постепенным снижением объема выбросов:**
- Прогнозы этого семейства предполагают реализацию **специальных мер политики по ограничению выбросов**: введение налогов на выбросы ПГ или системы торговли квотами, технологий утилизации шахтного метана и улавливания и захоронения углерода, ускоренной трансформации топливного баланса электроэнергетики и автомобильного транспорта в связи с введением жестких квот на выбросы и др. При этом размеры платы или жесткость квотирования выбросов в этой группе сценариев умеренная;
 - Зона со **специальными мерами политики по ограничению выбросов** определяется следующим образом: 2020 г. – 1820-1855 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$; 2030 г. – 1820-1890 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$; 2040 г. – 1820-1925 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$; 2050 г. – 1820-1960 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$ и 2060 г. – 1820-1995 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$;
- ❖ **Семейство сценариев «Низкоуглеродная Россия – агрессивная политика» предполагает, что Россия берет на себя довольно жесткие обязательства по снижению выбросов на перспективу и реализует широкий набор специальных мер для их выполнения. Это преимущественно меры из арсенала**

сценариев «Низкоуглеродная Россия», но с более «агрессивной» или, в терминах Гринпис, «революционной» мерой их реализации;

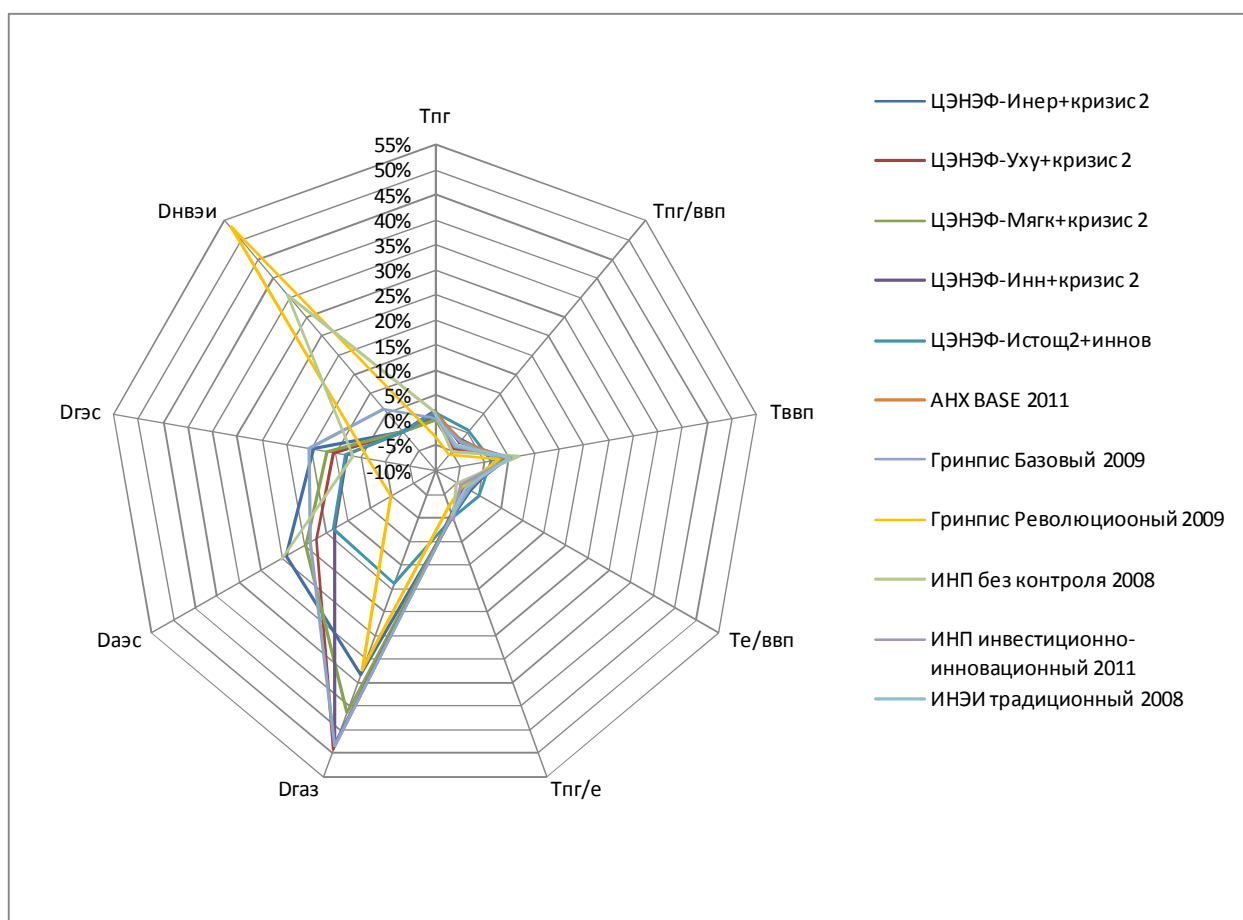
Для данного семейства сценариев уже характерен разный наклон снижения траекторий динамики выбросов;

Между отдельными прогнозными группами:

- существует согласие относительно:
 - необходимости для обеспечения таких траекторий агрессивного за- действия специальных мер политики по ограничению выбросов;
 - максимального использования возможностей повышения энергоэф- фективности и активизации развития нетопливной энергетики;
- существуют разногласия относительно:
 - эффективности набора инструментов контроля выбросов (налог на углерод или система торговли квотами);
 - необходимой интенсивности использования рыночных механизмов ограничения выбросов – уровень налога на углерод, масштабы систе- мы торговли квотами);
- ❖ Для определения «пространства решений» было выбрано 8 координат: темпы из- менения: выбросов ПГ; выбросов ПГ на единицу ВВП; ВВП; энергоемкости; углеродоемкости энергии; доли в потреблении первичной энергии: АЭС, ГЭС и НВЭИ;
 - Конфигурация «пространства решений» до 2030 г. показывает, что:
 - практически во всех сценариях до 2030 г. существенно – на 2-5% в год – снижается энергоемкость ВВП;
 - углеродоемкость энергии в одних прогнозах несколько растет, в других медленно снижается. Ее снижение более чем на 1% в год отражено только в двух сценариях: сценарии ЦЭНЭФ с захоронением углерода и революционном сценарии Гринпис;
 - в основной части сценариев снижается доля природного газа в российском энергобалансе и растет доля АЭС;
 - возможен и рост, и стабилизация, и снижение доли ГЭС;
 - в отношении НВЭИ сценарии сходятся на том, что их доля будет расти, но существенно расходятся в отношении возможной степени этого роста;
 - в итоге, в основной части сценариев выбросы ПГ до 2030 г. растут, за исключением революционного сценария Гринпис, в котором при очень быстром развитии НВЭИ (рис. 2.10) выбросы ПГ начинают снижаться почти на 2% в год.
 - Конфигурация «пространства решений» меняется и при расширении горизонта прогноза до 2050 г. (рис. 1.2). Анализ «пространства решений», доступного в 2030-2050 гг., показывает, что:
 - темпы роста ВВП замедляются, но замедляются и темпы снижения энергоемкости ВВП. В основной части сценариев в 2030-2050 гг. она снижается на 2-4% в год;
 - в основной части сценариев после 2030 г. начинает снижаться углеродо- емкость энергии на 0,4-1% в год. Только в революционном сценарии Гринпис она снижается быстрее;

- в основной части сценариев снижается доля природного газа в российском энергобалансе. В ряде прогнозов она снижается довольно значительно;
- доля АЭС растет не во всех прогнозах и ни в одном из них не превышает 25% от потребления первичной энергии;
- доля ГЭС медленно снижается;
- доля НВЭИ растет во всех сценариях, но степень ее роста весьма неопределенна. Максимальные оценки дают ИНП и Гринпис;
- в итоге, ни в одном из сценариев выбросы ПГ в 2030-2050 гг. не растут быстрее, чем на 1,5% в год, а во многих они практически стабилизируются или начинают снижаться.

Рисунок 1.2 «Пространство решений» в разных сценариях на период 2010-2050 гг.



Tpr – среднегодовой темп изменения выбросов ПГ; Tpr – среднегодовой темп изменения выбросов ПГ; Tpr/vvp – среднегодовой темп роста выбросов ПГ на единицу ВВП; Tе/vvp – среднегодовой темп изменения энергоемкости ВВП; Dгаз – доля природного газа в потреблении первичной энергии; Даэс – доля АЭС в потреблении первичной энергии; Дгэс – доля ГЭС в потреблении первичной энергии; Днвэи – доля НВЭИ в потреблении первичной энергии.

Источники: см раздел 2.1.

- ❖ Ряд прогнозных групп приходит к выводу о **существовании абсолютного предела выбросов ПГ в секторе «энергетика» России, который никогда и ни при каких условиях не будет превышен.** Авторы этих работ согласны, что абсолют-

ный передел выбросов ПГ, который не будет превышен, существует, и что с большой вероятностью он ниже уровня выбросов 1990 г. – 2720 тыс. т CO_{2-экв};

- ❖ Мнения прогнозных групп не совпадают по вопросам: **приводит ли введение ограничений по эмиссии ПГ к торможению экономического роста и является ли переход на «зеленую» модель роста тормозом или ускорителем экономического роста?**
 - Авторы многих работ полагают, что:
 - ограничительное воздействие климатической политики на экономический рост сильно преувеличено;
 - неудача с модернизацией экономики и повышением производительности всех факторов производства приведет не к росту выбросов, а к снижению темпов экономического роста;
 - переход к низкоуглеродной экономике и энергетике является не тормозом, а спасителем экономического роста в России.

Сравнение сценариев и выявление зон неопределенности позволяет определить повестку дополнительных исследований в сфере выявления возможностей ограничения динамики выбросов ПГ в России и оценки эффективности разных дополнительных мер климатической политики и инструментов контроля за эмиссией ПГ в секторе «энергетика» России:

1. Оценка концепции наличия «естественного» абсолютного верхнего предела роста выбросов ПГ при отсутствии специальных мер климатической политики. Есть ли этот предел? Если есть, то каков он? Почему его нельзя превзойти?
2. Можно ли уточнить параметры связи климатической политики с модернизацией и повышением энергоэффективности экономики? Есть ли синергия эффектов при реализации этих задач и насколько она велика?
3. Каковы эффекты отдельных специальных мер политики и инструментов контроля за эмиссией ПГ в секторе «энергетика» России?
4. Насколько можно снизить выбросы ПГ до 2050 г. и за его пределами, не жертвуя экономическим ростом, по сравнению с уровнем 1990 г.?
5. Приводит ли введение ограничений по эмиссии ПГ к торможению экономического роста? Если приводит, то начиная с какого уровня ограничений?
6. Каково «пространство решений»? Какие меры политики дают наибольший эффект по снижению выбросов при минимальных затратах, какая бы метрика затрат не использовалась?
7. В какой последовательности и с какой интенсивностью и распределением во времени нужно запускать реализацию специальных мер политики и инструментов контроля за эмиссией ПГ в секторе «энергетика» России?



1.2 Ретроспектива 1990-2011 гг.³

Сравнение результатов инвентаризации выбросов ПГ на основе данных «Национального доклада о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990-2010 гг.» (далее – Национальный доклад) и ЦЭНЭФ позволило сформулировать следующие основные выводы:

- ❖ МГЭИК рекомендует делать оценку выбросов парниковых газов на основе энергетических балансов. «Баланс энергоресурсов» РФ в формате, предлагаемом Росстатом, не позволяет эффективно использовать такую возможность. Поэтому ЦЭНЭФ в качестве основного методического подхода к оценке эмиссии ПГ использует сформированный им единый топливно-энергетический баланс (ЕТЭБ);
- ❖ данные по сжиганию топлива в секторе «энергетические отрасли» Национального доклада и оценки на основе ЕТЭБ ЦЭНЭФ различаются сравнительно мало, особенно при производстве электрической и тепловой энергии. Для нефтепереработки и добычи топлива различия более существенные;
- ❖ данные по сжиганию топлива в секторе «обрабатывающая промышленность и строительство» Национального доклада и оценки на основе ЕТЭБ ЦЭНЭФ различаются только на 0,1%. Однако, поскольку группировка данных по промышленности осуществлена разными способами, по отдельным направлениям использования энергии различия существенны;
- ❖ оценки эмиссии парниковых газов от сжигания топлива на объектах «прочих секторов» оказались близкими для жилищного сектора. По остальным секторам, как и в целом по «прочим секторам», расхождения довольно значительные, что объясняется различием в определении объемов потребления топлива в этих секторах. Полученные ЦЭНЭФ оценки можно считать более надежными;
- ❖ сравнение данных о потреблении топлива на транспорте Национального доклада и ЦЭНЭФ показывает наличие существенных расхождений по всем видам транспорта, за исключением трубопроводного;
- ❖ в целом, по данным Национального доклада можно выделить 17 секторов-источников эмиссии для последующего проведения факторного анализа. Детализация инвентаризации ЦЭНЭФ позволяет провести такой анализ по 44 секторам и более адекватно отражает разнесение выбросов по таким секторам, как промышленность, автомобильный транспорт и сфера услуг. Проведение декомпозиционного анализа на этих двух множествах данных позволит взаимно проверить и дополнить их результаты;
- ❖ сумма всех выбросов от всех источников в секторе «энергетика», оцененных в Национальном докладе, получилась довольно близкой к оценкам ЦЭНЭФ. Поэтому результаты факторного анализа на более детализированной базе данных по источникам выбросов, который проведен на основе оценок ЦЭНЭФ, можно считать в достаточной мере отражающими ситуацию с выбросами ПГ в России;

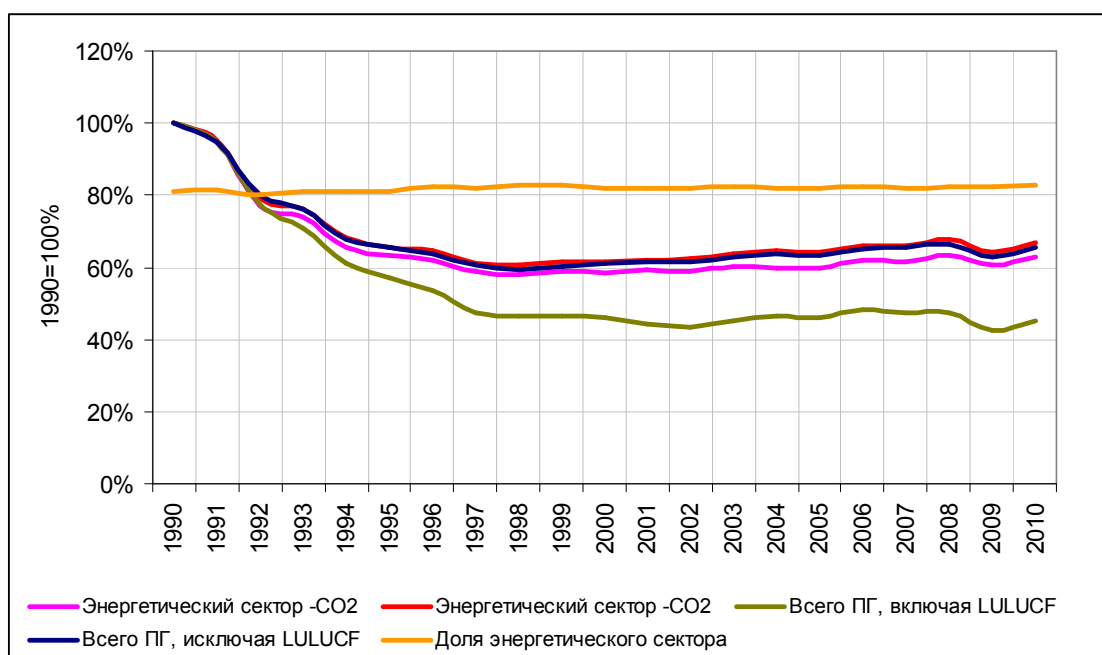
³ Подробно см. И.А. Башмаков и А.Д. Мышак. Факторы, определяющие динамику выбросов парниковых газов в секторе "Энергетика" России. Анализ на основе данных национального кадастра. ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН». М., 2012.

- ❖ авторам Национального доклада необходимо уделять более серьезное внимание вопросу сопоставления оценок и выявлению ошибок в оценках зарубежных источников. Это особенно важно, поскольку аналитическое и политическое сообщества часто пользуются именно данными этих источников, а не данными Национального доклада;
- ❖ выбросы CO₂, воплощенные в потребляемых в России товарах и услугах, составляют примерно 70% от выбросов, которые учитываются при инвентаризации на основе источников в процессах производства товаров и услуг. Этот аспект может быть важен в политических дискуссиях об ответственности и равенстве при формулировании обязательств по контролю за выбросами ПГ.

Анализ факторов, определявших динамику выбросов ПГ в 1990-2011 гг., на основе декомпозиционного анализа выбросов ПГ на основе данных ЦЭНЭФ позволяет сформулировать следующие основные выводы:

- ❖ в 1991-2011 гг. Россия являлась мировым лидером по кумулятивному снижению выбросов ПГ и в значительной степени компенсировала прирост выбросов в других регионах мира (рис. 1.3);

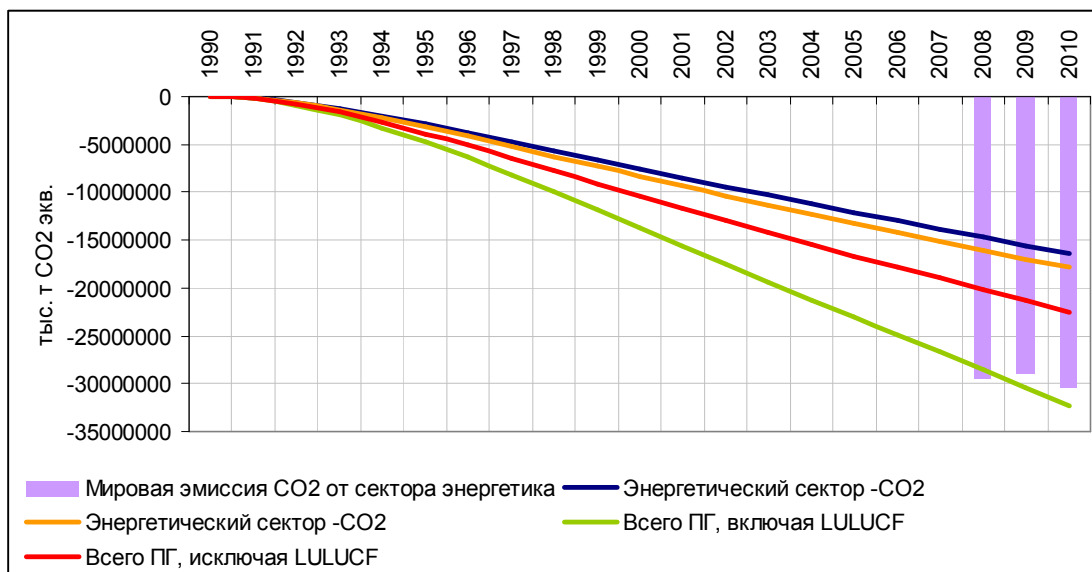
Рисунок 1.3 Динамика выбросов CO₂ и всех ПГ в Российской Федерации



Источник: ЦЭНЭФ по данным Национального доклада

- ❖ в 1991-2011 гг. кумулятивное снижение выбросов ПГ в России (с учетом стоков) превысило 33 млрд. т CO₂-экв., что больше глобального годового выброса CO₂ от сектора «энергетика», равного в 2011 г. примерно 33 млрд. т CO₂ (рис. 1.4);
- ❖ если выбросы CO₂ от сектора «энергетика» в 1990-2010 гг. в мире выросли на 45%, то в России они снизились на 37%. Кумулятивное снижение выбросов CO₂ от сектора «энергетика» в России за 1991-2011 гг. равно 5-летней эмиссии ЕС, превышает 3-летнюю эмиссию США и 2-х летнюю эмиссию Китая;

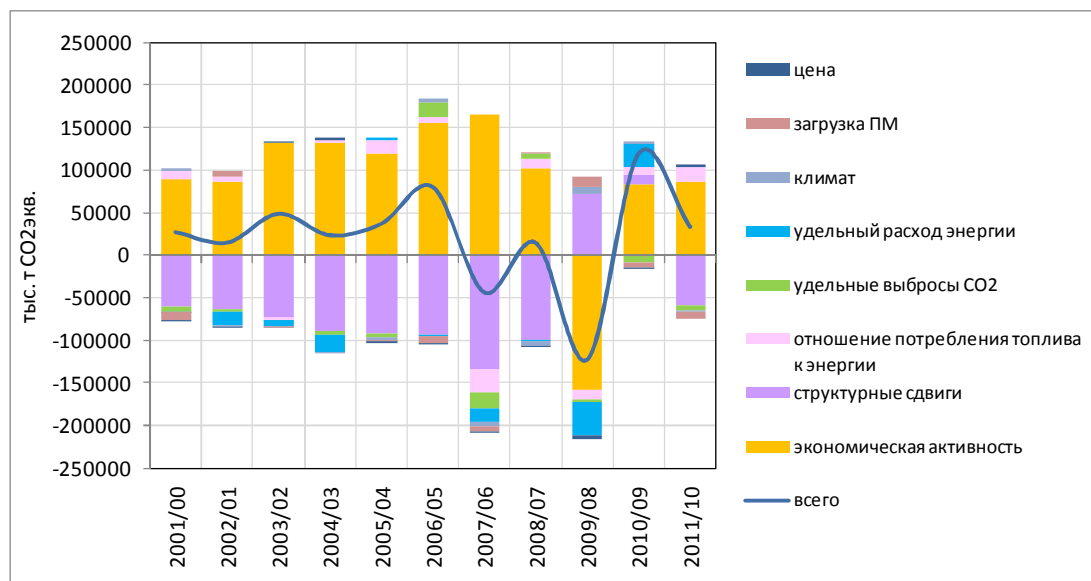
Рисунок 1.4 Динамика кумулятивного снижения выбросов ПГ в Российской Федерации



Источник: ЦЭНЭФ по данным Национального доклада

- ❖ в структуре выбросов доминируют энергетические отрасли и технологические выбросы и утечки от тех же энергетических отраслей. В целом, на отрасли ТЭК в 2010 г. пришлось 71% всех выбросов от сектора «энергетика»;
- ❖ в 2000-2011 гг. на долю технологических выбросов и утечек пришлось 35% прироста выбросов от сектора «энергетика», а остальное – на сжигание топлива;
- ❖ при расчетах, включающих все источники эмиссии и все стоки, получается, что в 1990-2011 гг. «углеродоемкость» ВВП снизилась в 3 раза. При учете выбросов ПГ только от сектора «энергетика» «углеродоемкость» ВВП снизилась на 40%. При учете выбросов только CO₂ от сектора «энергетика» «углеродоемкость» ВВП снизилась на 44%;
- ❖ основными источниками прироста выбросов в 2000-2011 гг. стали: автомобильный транспорт (46% прироста), выработка электроэнергии (44%), здания (31%), трубопроводный транспорт (14%) и промышленность (10%);
- ❖ основными источниками снижения выбросов в 2000-2011 гг. стали: производство тепловой энергии на электростанциях и котельных (компенсировало 46% прироста) и сельское хозяйство (компенсировало 7% прироста);
- ❖ вплоть до 1995 г. падение экономической активности приводило к снижению выбросов. Это затем повторялось в годы кризисов: 1998 г. и 2009 г. В 2009 г. за счет этого фактора выбросы от сжигания топлива снизились на 125 млн. т CO_{2-экв.}, а от всех источников – на 172 млн. т CO_{2-экв.} (рис. 1.5);

Рисунок 1.5 Вклад восьми факторов в годовую динамику выбросов трех ПГ от сжигания топлива, а также от технологических выбросов и утечек (расчет по данным ЦЭНЭФ)



Источник: ЦЭНЭФ

- ❖ прирост выбросов трех ПГ в секторе «энергетика» в 2000-2011 гг. составил 230 млн. т CO_{2-экв.};
- ❖ за счет факторов, которые стимулировали рост выбросов, прирост составил 1020 млн. т CO_{2-экв.}. На долю роста экономической активности пришлось 96% прироста, на рост доли топлива в потребляемой энергии – 3,5% и еще 0,5% пришлось на погодный фактор (2011 г. был холоднее 2000 г.);
- ❖ если бы в 2000-2011 гг. экономический рост происходил равномерно во всех сферах деятельности, и не было бы прогресса в снижении удельных расходов энергии и снижения удельных выбросов, то в 2011 г. выбросы ПГ в секторе «энергетика» уже превысили бы уровень 1990 г. на 3,6%;
- ❖ однако в действительности выбросы ПГ в 2011 г. оставались ниже этого уровня на 36%. То есть, фактически, различные меры политики по снижению выбросов позволили только в 2000-2010 гг. снизить выбросы на 40% по сравнению с базовой линией. Это разительно контрастирует с широко распространенным мнением, что главной причиной снижения выбросов в России стал экономический кризис первой половины 90-х годов. Если бы причиной был только этот фактор, и никакие другие меры политики не давали бы эффекта, то в 2011 г. в России выбросы уже превышали бы уровень 1990 г.;
- ❖ компенсация прироста выбросов в размере 790 млн. т CO_{2-экв.} была обеспечена факторами, которые их снижали: структурные сдвиги обеспечили 84,1% такого снижения, снижение удельных выбросов ПГ на единицу топлива за счет роста доли использования природного газа – еще 4,2%; технологическое повышение энергоэффективности – 8,8%; рост загрузки производственных мощностей – 2,3%, а ценовой фактор – 0,5%;

- ❖ политика структурного реформирования российской экономики внесла основной вклад в торможение выбросов и обеспечила практический «декаплинг» при высоких темпах роста экономики России;
- ❖ повышение эффективности использования энергии также обеспечило заметный вклад в снижение выбросов, однако, он мог бы быть существенно большим. Индекс энергоэффективности, отражающий прогресс в совершенствовании технологий, в 2000-2011 гг. снизился только на 6%. Вклад технологического фактора в снижение энергоемкости ВВП не превысил 1% в год. Это примерно так же, как и в развитых странах. Сократить технологический разрыв с ними в уровне энергоэффективности в 2000-2010 гг. практически не удалось. Реализация федеральной политики повышения энергоэффективности должна быть нацелена на более динамичное сокращение индекса энергоэффективности и сокращение технологического разрыва с ведущими странами для повышения конкурентоспособности российской экономики;
- ❖ фактор роста доли топлива в потреблении энергии практически перекрыл действие фактора снижения выбросов ПГ на единицу потребляемого топлива за счет роста доли природного газа и вытеснения из энергобаланса угля. В итоге, фактор удельного выброса ПГ на единицу энергии, или удельной углеродоемкости первичной энергии, очень незначительно влиял на динамику эмиссии. В этом отношении Россия оказалась ближе к развивающимся странам, чем к развитым. Доля нетопливных источников энергии и биомассы в 2000-2011 гг. практически не выросла, и в потреблении первичной энергии сохранялось доминирование органических топлив на уровне выше 90%;
- ❖ ценовой фактор в ограниченной мере влиял на динамику выбросов. Рост цен на энергоносители во многих секторах компенсировался ростом цен на продукцию этих секторов, что не приводило к росту доли энергетических издержек. Наибольшее влияние этот фактор продемонстрировал в жилищном секторе, где, однако, доминируют нетопливные виды энергии: тепловая энергия и электроэнергия;
- ❖ каждый процент прироста (снижения) ВВП сопровождался ростом (снижением) выбросов ПГ в секторе «энергетика» только на 0,35%. Поскольку основными источниками выбросов являются сектора, слабо подверженные циклическим колебаниям экономической конъюнктуры, – отрасли ТЭК, жилищный сектор и автомобильный транспорт – при падении ВВП структурный фактор относительно замедляет падение выбросов, а при росте ВВП, напротив, замедляет их рост. Эффект влияния циклических факторов усиливается при учете колебаний загрузки производственных мощностей: при ее падении в фазе кризиса удельные расходы энергии, а вслед за ними и удельные выбросы, растут, а при снижении – напротив, падают;
- ❖ на ближайшую перспективу темпы роста ВВП России оцениваются на уровне 3,7-3,8% в год. Это значит, что, при прочих равных условиях, выбросы ПГ будут расти немногим менее чем на 1,3% в год, или на 20-22 млн. т CO₂-экв. То есть задача стабилизации выбросов на уровне 2011 г. (или на 36% ниже уровня 1990 г.) решается при снижении выбросов ПГ за счет технологических факторов как повышения энергоэффективности, так и перехода к использованию энергоресурсов с низкими или нулевыми выбросами ПГ только на 1,3% в год. Это более чем решаемая задача;

- ❖ при повышении темпов снижения удельных выбросов за счет технологических факторов до 2% выбросы трех ПГ от сектора «энергетика» составят 55% от уровня 1990 г. в 2020 г. и 50% в 2030 г. То есть при достижимом ускорении влияния технологического фактора на снижение выбросов Россия уже к 2030 г. может решить задачу снижения выбросов ПГ в секторе «энергетика» на 50% относительно уровня 1990 г.;
- ❖ если зафиксированные в 2000-2011 гг. соотношения темпов роста ВВП и темпов роста выбросов модифицируются в перспективе в сторону более динамичного роста последних, то при вероятном снижении темпов роста ВВП в 2020-2030 гг. все же сохраняется возможность удерживать выбросы ПГ в 2020-2030 гг. на уровне на 36-50% ниже значения 1990 г.;
- ❖ реальная действительность посрамила тезисы А. Илларионова о том, что сдерживание выбросов CO₂ чревато для России потерями экономического роста. Если бы в 2006-2008 гг. российская экономика росла без перегрева (примерно на 5% в год), не стараясь воплотить еще один ложный тезис А. Илларионова об удвоении ВВП за 7 лет, то, возможно, прироста выбросов CO₂ и ПГ в целом в 1998-2011 гг. в России не было бы вовсе. Главная ошибка А. Илларионова в том, что он не учел эффект структурных сдвигов и механически перенес результаты межстранового анализа для стран с инвестиционной моделью роста (рост в значительной степени за счет строительства новых мощностей) на Россию, в которой в 2000-2011 гг. доминировал восстановительный рост (прирост производства в основном за счет повышения загрузки имеющихся производственных мощностей, а не строительства новых);
- ❖ для того чтобы выяснить, насколько возможно перенесение результатов ретроспективного анализа за 2000-2011 гг. на перспективу, необходимо провести анализ потенциала снижения выбросов парниковых газов и динамики выбросов парниковых газов, порождаемых сектором «энергетика», соответствующих разным сценариям прогноза развития экономики и энергетики России.

Основные выводы анализа зарубежных исследований сочетания факторов, определявших динамику выбросов, можно сформулировать следующим образом:

- ❖ за рубежом анализ факторов, определяющих динамику выбросов ПГ, в последние годы стал довольно распространенным направлением исследований. В России же таких исследований практически нет;
- ❖ для всех стран основным фактором роста выбросов ПГ явился рост ВВП;
- ❖ секторами, где выбросы ПГ растут наиболее динамично, являются электроэнергетика и транспорт;
- ❖ повышение энергоэффективности стало главным фактором, который частично или полностью компенсировал воздействие роста ВВП;
- ❖ изменение в структуре потребляемых топлив оказывало небольшое негативное воздействие на сдерживание роста эмиссии ПГ во многих развивающихся странах и заметное позитивное воздействие – в развитых. Россия оказалась ближе к первым, чем к последним;
- ❖ суммарный эффект трех факторов – состава органических топлив, доли топлива в потреблении первичной энергии и повышения энергоэффективности – полностью перекрыл влияние фактора роста ВВП в ряде стран. Для этих стран не обнаружено никакой связи между повышением компенсирующего влияния этих

трех факторов и уровнем ВВП. То есть нет оснований утверждать, что переход к низкоуглеродной экономике тормозит экономический рост;

- ❖ чем выше уровень развития страны, тем, при прочих равных условиях, выше вклад структурного фактора. Фактор структуры экономики способствовал повышению выбросов CO₂ во многих развивающихся странах. Однако это не жесткая зависимость;
- ❖ опыт Китая показывает, что инвестиционная перегрузка экономики при очень высокой норме накопления и двузначных цифрах годового роста ВВП приводит к перестройке структуры экономики в пользу энергоемких видов промышленной продукции, и при таких темпах роста структурный фактор, который ранее тормозил рост выбросов ПГ, начинает его ускорять. По-видимому, существуют:
 - уровень развития экономики, до достижения которого структурные сдвиги не сдерживают, а ускоряют рост выбросов;
 - по достижении этого уровня:
 - порог скорости роста ВВП (более 2% в год), за пределами которого ускоряется снижение выбросов за счет структурных и технологических факторов;
 - порог скорости роста ВВП (примерно на 9-10% в год), за пределами которого структурные сдвиги в экономике уже перестают сдерживать рост выбросов ПГ, даже если ранее это имело место;
- ❖ сочетание факторов, тормозящих рост выбросов ПГ в других странах, существенно отличалось от того, что имело место в России. Вклад структурного фактора в России оказался самым значительным.

Оценка технического потенциала снижения выбросов трех ПГ – CO₂, CH₄ и N₂O – проведена на базе оценки потенциала экономии энергии по четырем составляющим эффекта:

- ❖ снижение выбросов ПГ за счет совершенствования технологий;
- ❖ косвенное снижение выбросов ПГ за счет экономии электрической и тепловой энергии у конечных потребителей;
- ❖ снижение выбросов ПГ за счет замещения топлив в электро- и теплоэнергетике;
- ❖ снижение технологических утечек и выбросов ПГ за счет снижения объемов добычи топлива.

Оценка технического потенциала повышения энергоэффективности в России показала, что он составляет 48% от уровня потребления первичной энергии в 2010 г. В абсолютных объемах это 459 млн. тут с учетом сокращения сжигания попутного газа в факелах.

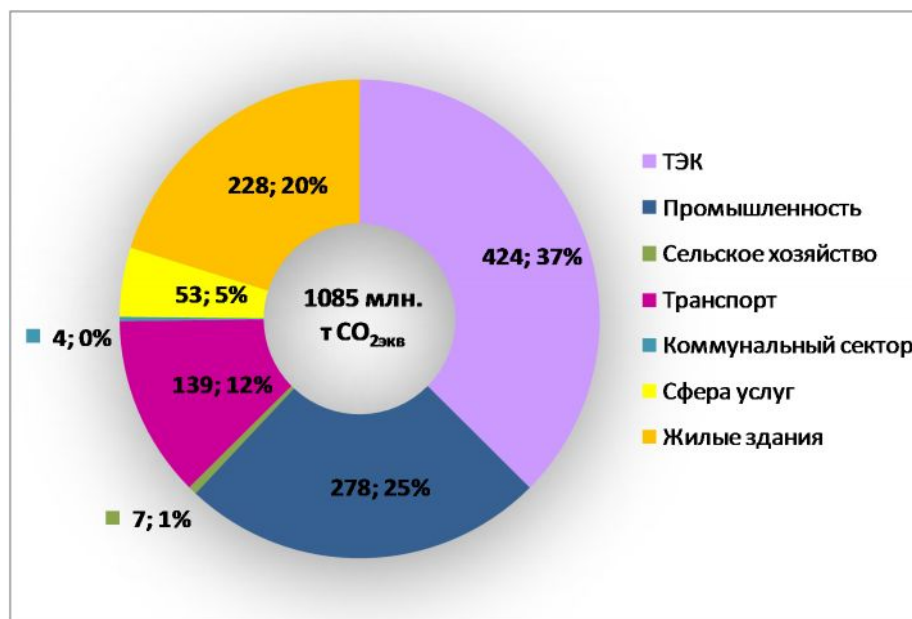
Оценка технического потенциала снижения выбросов трех ПГ в секторе «энергетика» по состоянию на 2010 г. показала, что:

- ❖ он равен 1085 млн. т CO_{2-экв.}, или 54% от уровня выбросов 2010 г (рис.1.6). Потенциал снижения выбросов CO₂ равен 920 млн. т CO₂ (59%), CH₄ – 7,7 млн. т (37%), N₂O – 11,2 тыс. т (48%);
- ❖ при распределении косвенных эффектов по секторам конечного потребления энергии получается, что на долю отраслей ТЭК приходится 37% потенциала снижения выбросов ПГ, на долю промышленности – 25%, транспорта – 12%, жилых и общественных зданий – 25%;



- ❖ потенциал достаточен для обеспечения снижения выбросов ПГ на 1-2% в год на протяжении довольно длительного отрезка времени;
- ❖ потенциал снижения выбросов показывает только гипотетические возможности без учета многих ограничений. Важно понять, насколько они могут практически реализоваться, и как они отражаются в прогнозах динамики выбросов ПГ в России на ближайшие 40 лет.

Рисунок 1.6 **Прямой и косвенный вклад секторов в потенциал снижения выбросов трех ПГ в секторе «энергетика» в России в 2010 г. (млн. т CO₂-экв.)**



Источник: ЦЭНЭФ

Проведенный анализ не рассматривал возможности замещения видов энергии у конечных потребителей. При учете этого фактора потенциал снижения выбросов может существенно вырасти.

2 Сравнение прогнозов выбросов парниковых газов в секторе «энергетика» России на 2010-2060 гг.

2.1 Объекты сравнения и источники информации

Несмотря на то, что сравнительно небольшая группа экспертов в России занимается прогнозированием динамики выбросов парниковых газов в секторе «энергетика»⁴, база данных по сценариям таких прогнозов уже достаточно населена сценариями, сформированными в разные годы как российскими, так и зарубежными группами экспертов. В основном, эти прогнозы сделаны в последние несколько лет, но уже и за это время они прошли довольно существенную эволюцию, отчасти порожденную кризисом 2008-2009 гг.

Существовали две возможные технологии сбора информации о прогнозах:

- ✓ активное участие авторов отдельных прогнозов: предоставление данных по прогнозам и их допущениям по общим заданным форматам в табличной форме и даже возможный прогон разных моделей для согласованных сценарных допущений;
- ✓ пассивное участие: предоставление данных по прогнозам и их допущениям в том формате, в котором они опубликованы.

Практически удалось реализовать только вторую технологию. Российские участники проекта любезно предоставили ЦЭНЭФ результаты своих работ. Основная часть этих прогнозов была опубликована в следующих источниках (или представлена в виде презентаций):

1. МЭА. Обзоры мировой энергетики (World Energy Outlook) за 2004-2012 гг. Перспективы энергетических технологий (Energy Technology Perspectives) за 2006-2012 гг.;
2. ИНП РАН. Ю.В.Синяк (2008). Сценарии долгосрочного развития ТЭК России и прогнозы выбросов CO₂. Возможная стратегия России по сокращению накопления CO₂ в атмосфере. Материалы семинара «Экономические проблемы энергетического комплекса». 27.03.2007. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. М. 2008. сс. 6-45;
3. ИНЭИ РАН. А.А. Макаров (2008). Возможности сдерживания эмиссии парниковых газов в энергетике России. Академия энергетики. № 5, 2008. сс. 26-33;
4. ИНЭИ РАН. А.А. Макаров (2009). Посткризисное развитие топливно-энергетического комплекса России. Академия энергетики. № 10. 2009, сс. 18-26;
5. ЦЭНЭФ. И.А. Башмаков (2009). Низкоуглеродная Россия: 2050 год. М., Авис Оригинал. 2009. 198 с.;
6. ЦЭНЭФ. И.А. Башмаков (2009). Низкоуглеродная Россия: перспективы после кризиса. Вопросы экономики. № 10. 2009. Сс. 107-120;
7. ВШЭ. Ю.Н. Федоров, Г.В. Сафонов, А.Т. Багиров (2009). Низкоуглеродная экономика России: тенденции, проблемы, возможности. М., 2009. 32 с. Подготовлено при поддержке Strategic Programme Fund (Великобритания).

⁴ В данном обзоре рассматриваются прогнозные оценки 5 российских групп специалистов.

8. Гринпис (2009). Energy [r]evolution. A sustainable Russia energy outlook 2009. pp. 43.
9. ИНП РАН. М.Н. Узяков (2009). Неопубликованные материалы, подготовленные для МЭР России в 2009 г. при формировании позиции России в Копенгагене.
10. Компания МакКензи (McKinsey&Company). (2009). Энергоэффективная Россия. Пути снижения энергоемкости и выбросов парниковых газов. Декабрь 2009 г. сс. 155;
11. Wagner, F. and M. Amann (2009). [Analysis of the proposals for GHG reductions in 2020 made by UNFCCC Annex I Parties: Implications of the economic crisis.](#) November 2009;
12. ИНЭИ РАН. В.А. Малахов (2010). Влияние сдерживания эмиссии парниковых газов на перспективы экономического развития России // Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2010. Труды четвертой международной конференции. М.: ИПУ РАН, 2010;
13. ИНЭИ РАН. Веселов Ф.В., Макаров А.А., Малахов В.А. (2010). Влияние мер по ограничению эмиссии парниковых газов на развитие экономики и энергетики России. Известия Академии Наук. № 4. 2010, сс. 69-85;
14. D. Fomchenko, D. Gordeev, V. Potashnikov, O. Lugovoy (2010). USA International Energy Workshop 2010, June 24, Stockholm;
15. Lowe J.A. et al. (2010). AVOID programme (UK Met Office, project lead). Are the emission pledges in the Copenhagen Accord compatible with a global aspiration to avoid more than 2°C of global warming? A technical note from the AVOID programme” March 2010;
16. Project Catalyst (Climate Works Foundation). (2010). Taking stock – the emission levels implied by the pledges to the Copenhagen Accord. February 2010;
17. Тревор Хайзер. (2010). Copenhagen, the Accord, and the Way Forward. Peterson Institute for International Economics. March 2010;
18. WRI. (2009). Comparability of Annex I Emission Reduction Pledges. Kelly Levin and Rob Bradley. February 2010;
19. ИНП РАН. Б.Г. Фёдоров, Б.Н. Моисеев, Ю.В. Сияк (2011). Поглощающая способность лесов России и выбросы углекислого газа энергетическими объектами. Проблемы прогнозирования, № 3, 2011;
20. ЦЭНЭФ. И.А. Башмаков (2011). Будет ли в России экономический рост в середине XXI века? Вопросы экономики, № 3, 2011. Сс. 20-39;
21. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. Evaluation of the Copenhagen Accord: Chances and risks for the 2°C climate goal, May 2011;
22. ИНЭИ РАН (2012). Прогноз развития энергетики мира и России до 2035 г. ИНЭИ РАН и РЭА. М. 2012. http://www.eriras.ru/files/inei_rea_final1_0404dlja_sajta.pdf;
23. ЦЭНЭФ. И.А. Башмаков (2012). Будет ли в России экономический рост в середине XXI века? Материалы семинара «Экономические проблемы энергетического комплекса». Издательство ИНП РАН. М. 2012. 53 с.;
24. ИНП РАН. Сияк Ю.В., Некрасов А.С., Воронина С.А., Семикашев В.В., Колпаков А.Ю. (2013). Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. Топливо-энергетический комплекс России: возможности и перспективы. Проблемы прогнозирования. № 1, 2013;

25. АНХ. О. Луговой, В. Поташников, Д. Гордеев (2013). Сценарные прогнозы выбросов парниковых газов в России. Анализ чувствительности к предпосылкам. Центр Экономического Моделирования Энергетики и Экологии. Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, 16-19 января 2013 г. в рамках Гайдаровского Форума;
26. ЦЭФИР (2013). V. Alexeeva-Talebi, C. Heyndrickx, N. Tourdyeva. Spatial-economic-ecological model for the assessment of sustainability policies of the Russian Federation. CEFIR. 2013.

Этот список показывает, что в анализе представлены в основном сравнительно недавние работы, представляющие «вторую волну» прогнозов, многие из которых были разработаны после 2007 г. накануне встречи стран-сторон рамочной конвенции по изменению климата в Копенгагене в 2009 г.

На самом деле, история формирования долгосрочных прогнозов выбросов ПГ сектором «энергетика» началась еще в Советском Союзе с прогнозами на 40 лет (1990-2030 гг.)⁵. Таким образом, за плечами российских специалистов по прогнозированию динамики выбросов ПГ в России уже четверть века. Уже в этих первых работах рассматривались сценарии возможного снижения выбросов на 20% от уровня 1990 г., оценивался вклад структурных факторов в динамику эмиссии, повышения энергоэффективности, развития АЭС и возобновляемых источников энергии.

Но эта работа не об истории прогнозирования, а о сопоставлении сравнительно недавних прогнозов. В каждой из перечисленных выше 26 работ, как правило, представлено несколько сценариев, поэтому всего их рассмотрено 71. Не все сценарии были представлены. Так, прогнозы МЭА, сделанные в 2004-2012 гг., менялись мало, поэтому в анализе отражены только последние прогнозы МЭА. Более подробное описание сценариев и их допущений можно найти в разделах 3-10. В данном разделе они представлены под теми же сокращенными названиями, что и в последующих разделах.

Основная часть рассмотренных прогнозов разработана на разных моделях разной степени сложности и детализации, с разным математическим аппаратом, с разной степенью учета прямых и обратных связей в экономике, с разным горизонтом прогноза и при разных допущениях. Прогнозы формировались в разные годы. Многие докризисные прогнозы исходили из допущений об очень высоких темпах роста экономики. Кризис существенно скорректировал этот оптимизм, и последующие прогнозы уже опирались на более умеренные допущения в отношении экономического роста. Чтобы сделать докризисные прогнозы сопоставимыми с послекризисными, авторы взяли на себя смелость провести корректировки: нормализацию прогнозов на новые условия экономического роста, чтобы лучше понять, насколько результаты этих прогнозов можно сравнивать с расчетами, полученными позднее.

⁵ В работах И.А. Башмакова, А.А. Макарова, Ю.В. Синяка, Ю.Д. Кононова и др. См., например, Bashmakov I., Makarov A. An energy development strategy for the USSR: Minimizing greenhouse gas emissions. Energy policy. Pp. 987-994; I. Bashmakov and A. Beschinskii. The age of methane: myth or reality? Perspectives in Energy. Vol. 1. 1991. pp. 367-380; I. Bashmakov and A. Beschinskii. Forecasting long-term worldwide energy developments. Soviet Technical Review. 1992 Energy. Vol 5. pp. 1-43; I. Bashmakov. Costs and benefits of CO₂ emission reduction in Russia. In Costs, Impacts, and Benefits of CO₂ Mitigation. Y. Kaya, N. Nakichenovich, W. Nordhouse, F. Toth. Editors. IIASA. June 1993. pp.453-474; I. Bashmakov. World energy development and CO₂ emission. Perspectives in Energy. Vol. 2. 1992. pp. 1-12; I. Bashmakov, A. Makarov. The Soviet Union. Chapter in carbon emissions control strategies. W.U. Chandler Editor. WWF and The Conservation Foundation. Wash., USA. 1990. pp.35-54; Энергетика мира: уроки будущего. Под. ред. И.А. Башмакова. - М.: МТЭА, 1992. - 468 с.

В ряде работ в табличной форме представлены как допущения расчетов, так и результаты, что существенно упрощало включение этих сценариев в базу данных и проведение по ним анализа. В других случаях часть допущений и результатов была представлена графически, поэтому по графикам пришлось восстанавливать как количественные характеристики допущений прогнозов, так и их результаты. Авторы старались сделать это с максимальной тщательностью.

В последующих разделах даны краткие качественные описания сценариев (степень инновационности модели экономического развития, наличие ограничений роста, формирование приоритетов политики и институтов, способных их реализовать, степень интенсивности реализации политики по ограничению выбросов парниковых газов и др.) и описаны их основные макроэкономические допущения (рост ВВП и его структура, население и занятость, рост цен на энергоносители, параметры инфляции, допущения о производительности факторов производства, наличие обратной связи между другими параметрами и ростом ВВП, наличие или отсутствие оценок затрат на реализацию стратегии снижения выбросов). На данном этапе удалось провести анализ влияния не всех факторов, определяющих различия прогнозов. Только там, где имелась информация, и это было возможно, авторы сравнили допущения прогнозов, чтобы определить «зону допустимых решений».

Важным моментом также являются различия в широте охвата источников и стоков парниковых газов. В отдельных работах оцениваются выбросы только CO_2 , в других – еще CH_4 и N_2O , в третьих – всех шести киотских парниковых газов, в четвертых – только в электроэнергетике, в пятых не учитывается использование топливных ресурсов на неэнергетические цели и т.п. Поэтому исходные уровни прогнозов выбросов ПГ в 2008-2010 гг. во многих работах существенно различаются. Какой-то попытки их нормировать не предпринималось. Напомним, что в последнем «Национальном докладе о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990-2010 гг.» объемы выбросов ПГ в 1990 г. в секторе «энергетика» оценены равными 2715 млн. т $\text{CO}_{2\text{-ЭКВ}}$, а объемы выбросов только CO_2 – 2287 млн. т CO_2 .

2.2 Нет одной дороги в будущее. Диапазоны прогнозов выбросов парниковых газов от сектора «энергетика» до 2060 г.

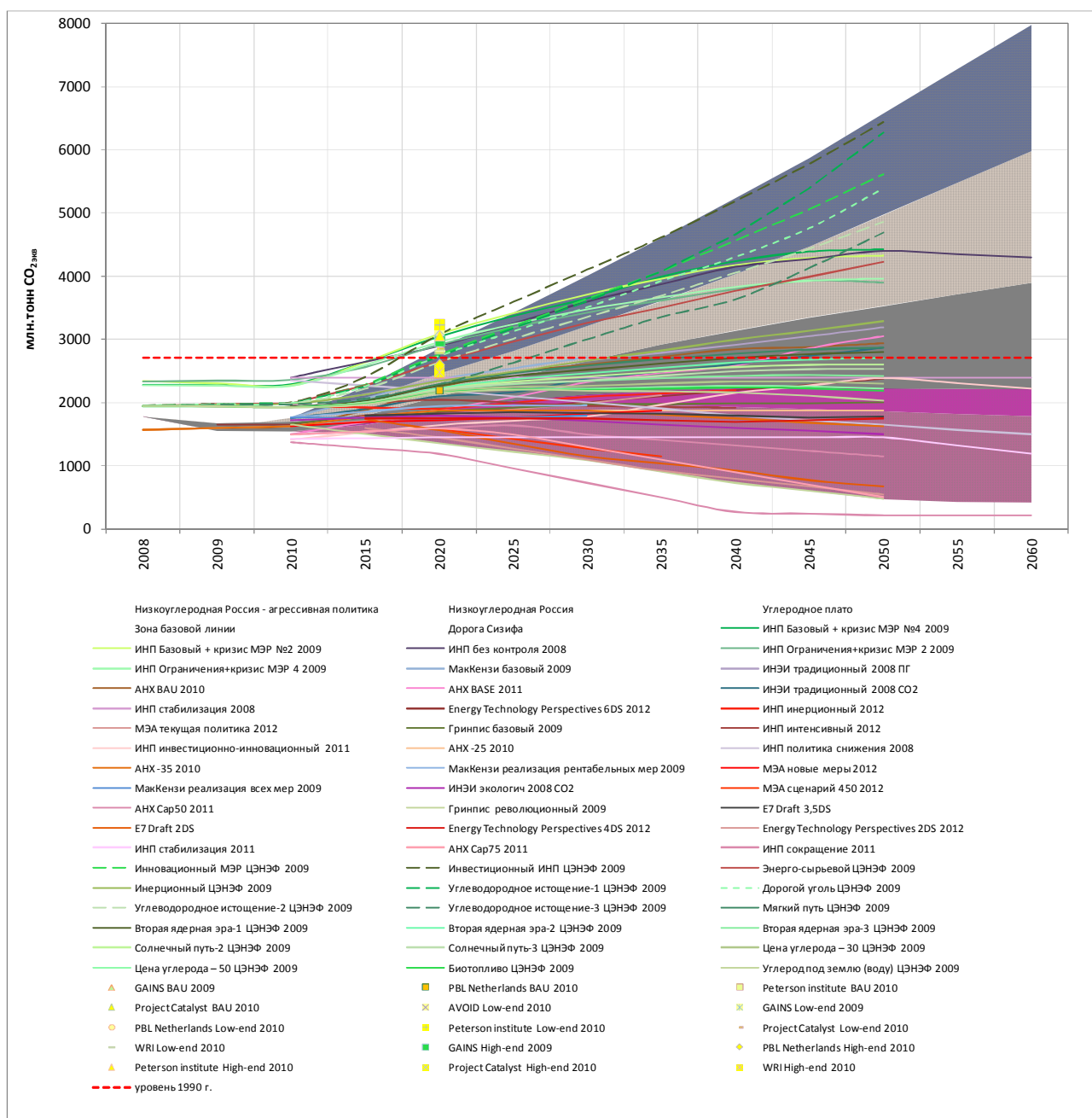
Сравнение 71 сценариев динамики парниковых газов в секторе «энергетика» России на перспективу до 2060 г. показывает, что зона неопределенности очень широка: нет одной дороги в будущее. Диапазон прогнозных значений выбросов в 2050 г. – от 220 млн. т $\text{CO}_{2\text{-ЭКВ}}$ до 6500 млн. т $\text{CO}_{2\text{-ЭКВ}}$ в зависимости от макроэкономических допущений, отражения степени интенсивности мер политик по снижению выбросов и других особенностей отдельных сценариев. В этом плане картинка по России мало отличается от подобных картинок по другим странам и по миру в целом. Но значит ли это, что все траектории доступны и реалистичны?

Для того чтобы ответить на этот вопрос и найти скрытый порядок в «хаосе линий» на рис. 2.1, необходимо разбить сценарии на группы и провести их анализ. Все сценарии были разделены на 5 семейств:

- ✓ семейство сценариев «Дорога Сизифа» с высокими уровнями роста выбросов, превышающих 5000 млн. т $\text{CO}_{2\text{-ЭКВ}}$ на уровне 2050 г. Такое название эта группа получила потому, что эти сценарии опираются на гипотезу о возможности

продолжения практики быстрого «закатывания» российской экономики в гору экономического развития на основе сохранения модели сырьевой экономики. Однако, как показывает анализ, это «сизифов труд». Долгосрочный устойчивый рост на таких условиях просто невозможен, и камень энергоемкой и капиталоемкой российской экономики так в гору не закатить! Он все время скатывается вниз, и Россия «сезжает» с траектории этого сценария;

Рисунок 2.1 Диапазон прогнозов различными группами динамики выбросов ПГ в секторе «энергетика» России до 2060 г.



Прогнозам, сделанным в разные годы, соответствуют разные цвета кривых: прогнозы 2007 г. обозначены оттенками голубого, 2008 г. – фиолетового, 2009 г. – зеленого, 2010 г. – желтого, 2011 г. – розового и 2012 г. – красного цвета. Пунктирными линиями обозначены прогнозы ЦЭНЭФ 2009 г., сделанные до кризиса при допущениях о высоком экономическом росте, использованных в те годы другими прогнозными группами (ИНП РАН) и МЭР.

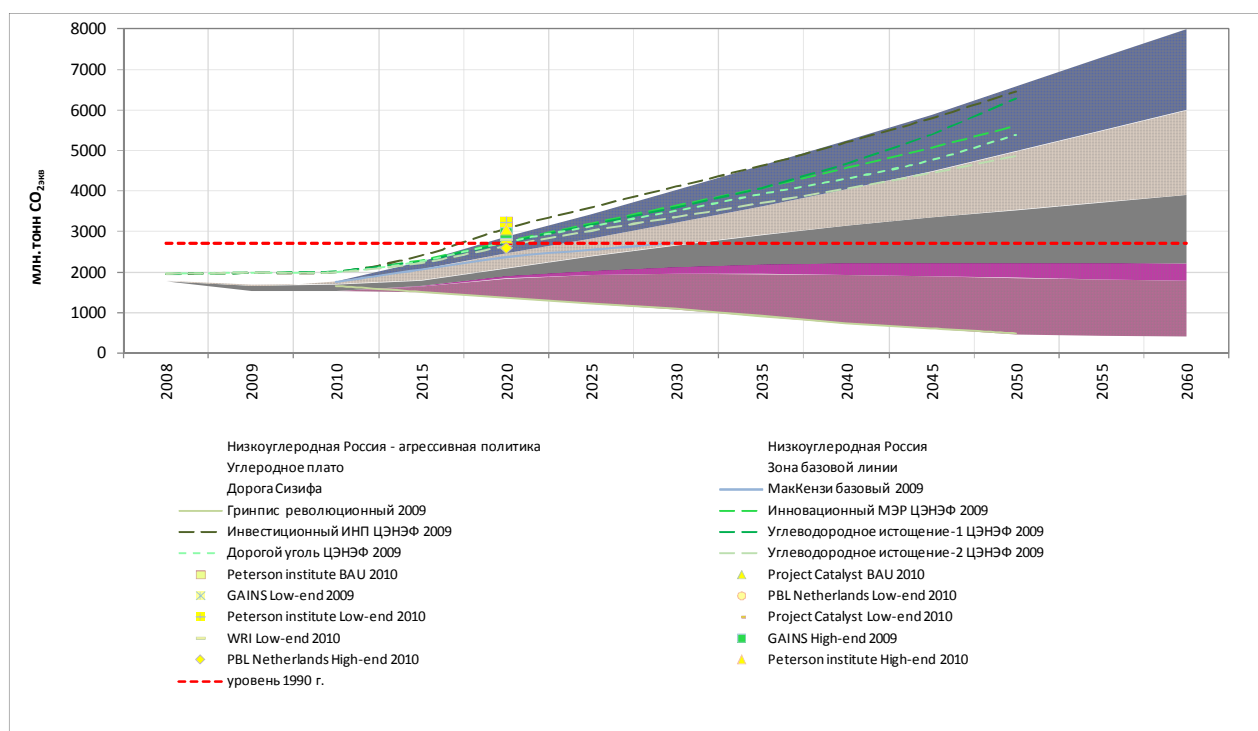
Источники: см раздел 2.1.

- ✓ семейство сценариев «Зона базовой линии» опирается на гипотезу о том, что проблемы динамичного развития экономики при низком уровне энергоэффективности и обеспечения экономического роста энергоресурсами будут, как и ранее, решаться на основе максимального наращивания их производства;
- ✓ семейство сценариев «Углеродное плато» включает сценарии, которые показывают возможность роста выбросов с последующей стабилизацией на уровне, близком к уровню 1990 г. (в зоне примерно $\pm 10\%$);
- ✓ семейство сценариев «Низкоуглеродная Россия» характеризуется тем, что эффекты понижения высоты плато и последующего снижения выбросов достигаются за счет мер специальной политики по контролю эмиссии парниковых газов;
- ✓ наконец, семейство сценариев «Низкоуглеродная Россия – агрессивная политика» предполагает возможность существенного снижения выбросов к 2050-2060 гг. за счет резкой активизации политики ограничения выбросов.

2.3 На «Дороге Сизифа» поставлен крест!

Еще до кризиса ЦЭНЭФ на основе анализа вероятности их реализации утверждал, что такие высокие уровни выбросов ПГ в России будут невозможны (рис. 2.2), поскольку допущения, на которых строятся подобные сценарии, внутренне противоречивы и противоречат результатам расчетов.

Рисунок 2.2 Траектории динамики выбросов ПГ в семействе сценариев «Дорога Сизифа»



Источники: см раздел 2.1.

Ни один из сценариев, сделанных после кризиса 2008-2009 гг. российскими специалистами, в эту зону не попал. В нее попал только ряд прогнозов, сделанных зарубежными группами в 2009-2010 гг. То есть, по меньшей мере, российским

специалистам стало очевидно, что такие высокие уровни выбросов ПГ просто невозможны, и на дороге Сизифа» был поставлен крест.

Кроме того, стало ясно, что:

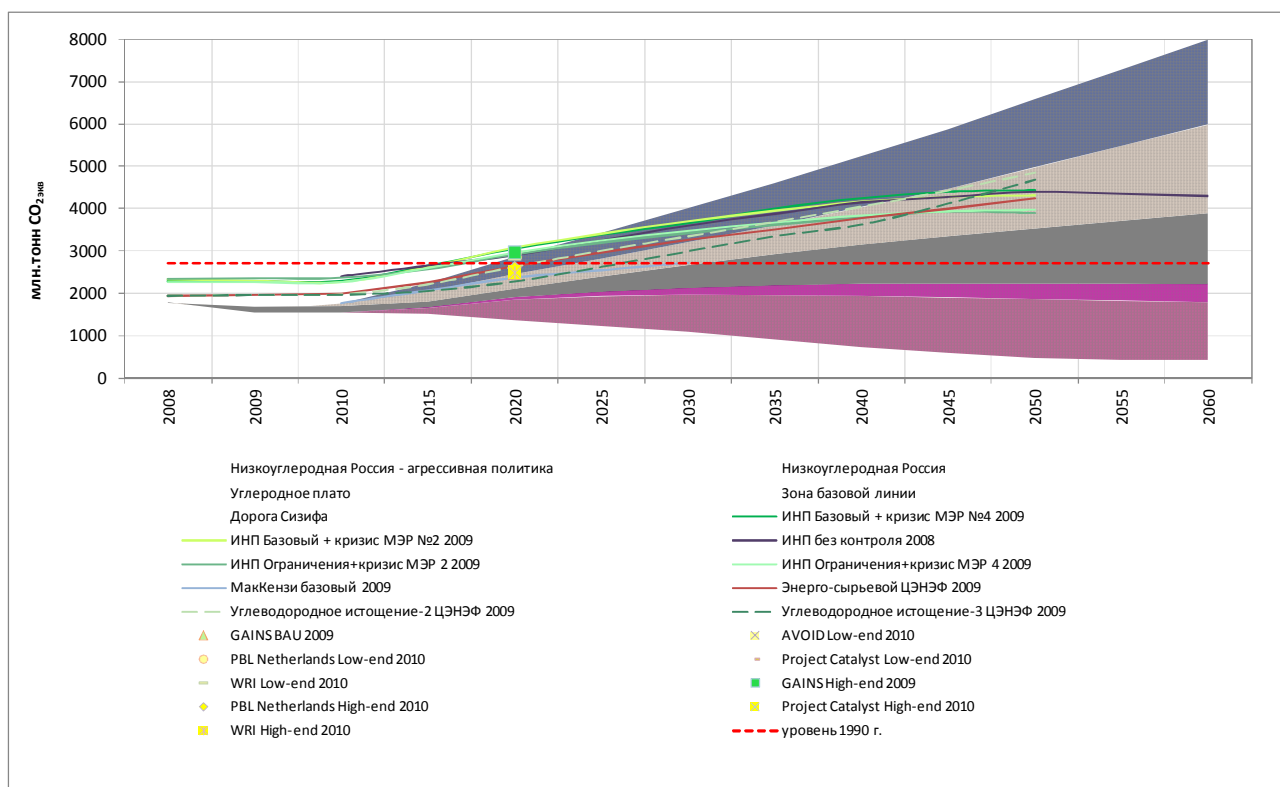
- ✓ из-за кризиса выход выбросов ПГ на уровень 1990 г. отодвигается во времени, по меньшей мере, на 10-11 лет по сравнению с докризисными оценками;
- ✓ выбросы ПГ от сектора «энергетика» в России никогда не превысят 5000 млн. т CO₂-экв

2.4 Семейство сценариев «Зона базовой линии». Рост выбросов ПГ в секторе «энергетика» к 2050 г. на 33-55% выше значения 1990 г.

Прогнозы семейства сценариев «Зона базовой линии» опираются, в основном, на гипотезу о том, что динамика таких параметров, как энергоёмкость ВВП и углеродоемкость энергии будут изменяться инерционно темпами, которые наблюдались в ретроспективе, при отсутствии каких-либо мер политики по их ускорению, кроме тех, которые уже были приняты до момента формирования прогноза. То есть это группа сценариев **без мер политики**, которую можно использовать в качестве базовой линии – основы для сравнения количественных эффектов различных мер политики по ограничению выбросов, повышению энергоэффективности и диверсификации структуры энергетического баланса.

Диапазон оценок роста выбросов ПГ для этого семейства прогнозов на 2050 г. – 4000-5000 млн. т CO₂-экв. (рис. 2.3).

Рисунок 2.3 Траектории динамики выбросов ПГ в семействе сценариев «Зона базовой линии»



Источники: см раздел 2.1.

Как уже отмечалось, в прогнозах есть различия в широте охвата источников и парниковых газов. Поэтому исходные значения в разных прогнозах за 2010 г. различаются. За исключением нескольких сценариев, в этом семействе не наблюдается выхода траекторий выбросов на плато, или на уровень насыщения. Эти же несколько сценариев показывают возможность выхода на плато на уровне, близком к 4500 млн. т $\text{CO}_2\text{-ЭКВ}$.

Для остальных траекторий знаменательно то, что их наклон практически одинаков: прирост примерно по 450-600 млн. т $\text{CO}_2\text{-ЭКВ}$ за десятилетие. Если взять уровень выбросов 2010 г., определенный в последнем «Национальном докладе о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990-2010 гг.» – 1820 млн. т $\text{CO}_2\text{-ЭКВ}$, – то получится, что зона базовой линии может быть определена следующим образом:

- ✓ 2020 г. – 2270-2420-млн. т $\text{CO}_2\text{-ЭКВ}$;
- ✓ 2030 г. – 2720-3020 млн. т $\text{CO}_2\text{-ЭКВ}$;
- ✓ 2040 г. – 3170-3620 млн. т $\text{CO}_2\text{-ЭКВ}$;
- ✓ 2050 г. – 3620-4220 млн. т $\text{CO}_2\text{-ЭКВ}$ и
- ✓ 2060 г. – 4070-4820 млн. т $\text{CO}_2\text{-ЭКВ}$.

Таким образом, траектории семейства сценариев «зона базовой линии» ведут к росту выбросов ПГ в секторе «энергетика» к 2050 г. на 33-55% выше значения 1990 г.

В этом семействе доминируют траектории, окрашенные в оттенки голубого, фиолетового и зеленого, то есть сделанные в 2007-2009 гг. Коррекция ряда этих докризисных прогнозов (нормализация на новые условия экономического роста) переводит их из этого семейства в семейство «Углеродное плато».

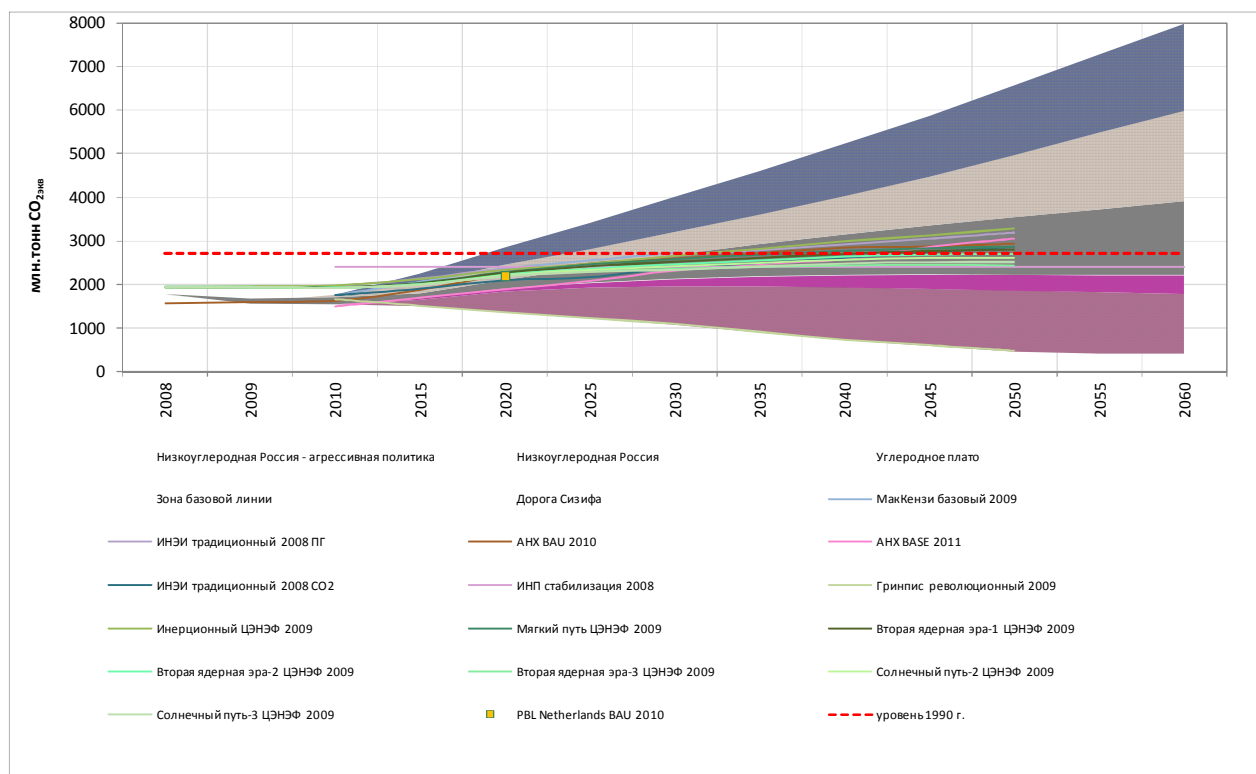
2.5 Семейство сценариев «Углеродное плато». С большой вероятностью уровень выбросов ПГ от сектора «энергетика» 1990 г. не будет превышен вплоть до 2060 г.

Прогнозы семейства сценариев «Углеродное плато» в основном предполагают успешную реализацию мер политики по модернизации российской экономики, повышению энергоэффективности, контролю за выбросами вредных веществ, развитию атомной и возобновляемой энергетики и других, которые были приняты в последние годы. Все эти меры политики не ставят основной целью снижение выбросов, но обеспечивают такое снижение в качестве побочных эффектов.

Большая часть траекторий этого семейства сценариев:

- ✓ выходит на плато;
- ✓ максимальный уровень насыщения выбросов не превышает 3500 млн. т $\text{CO}_2\text{-ЭКВ}$ (на 29% выше уровня 1990 г.);
- ✓ уровень выбросов не пересекает линию 1990 г. вплоть до 2035 г.

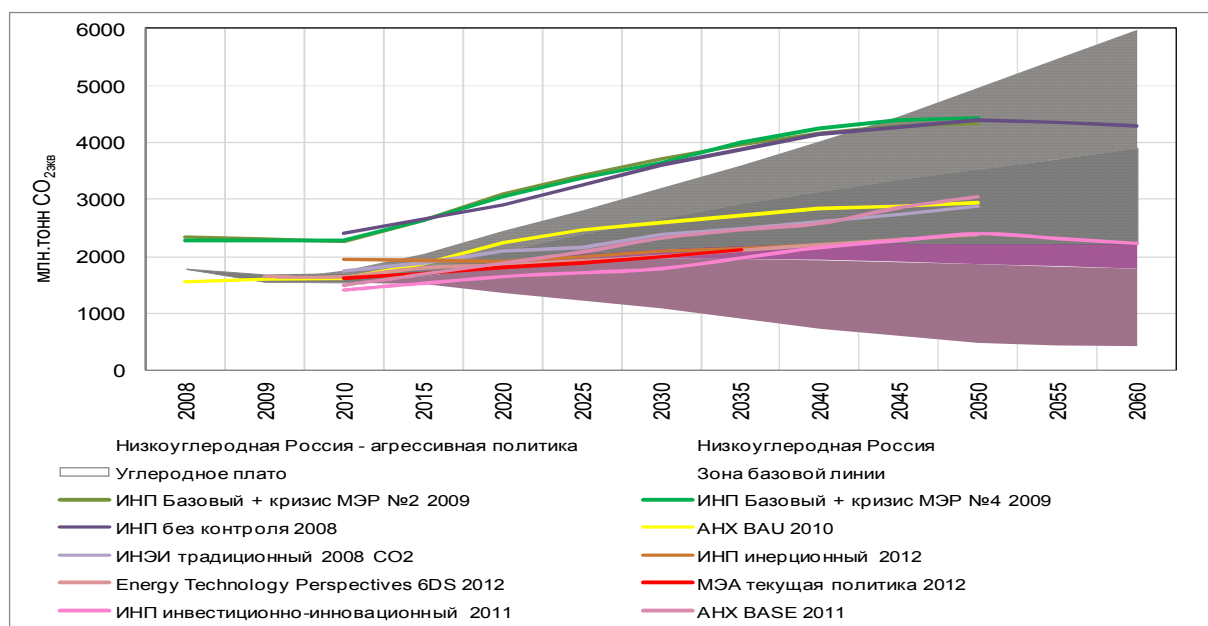
Рисунок 2.4 Траектории динамики выбросов ПГ в семействе сценариев «Углеродное плато»



Источники: см раздел 2.1.

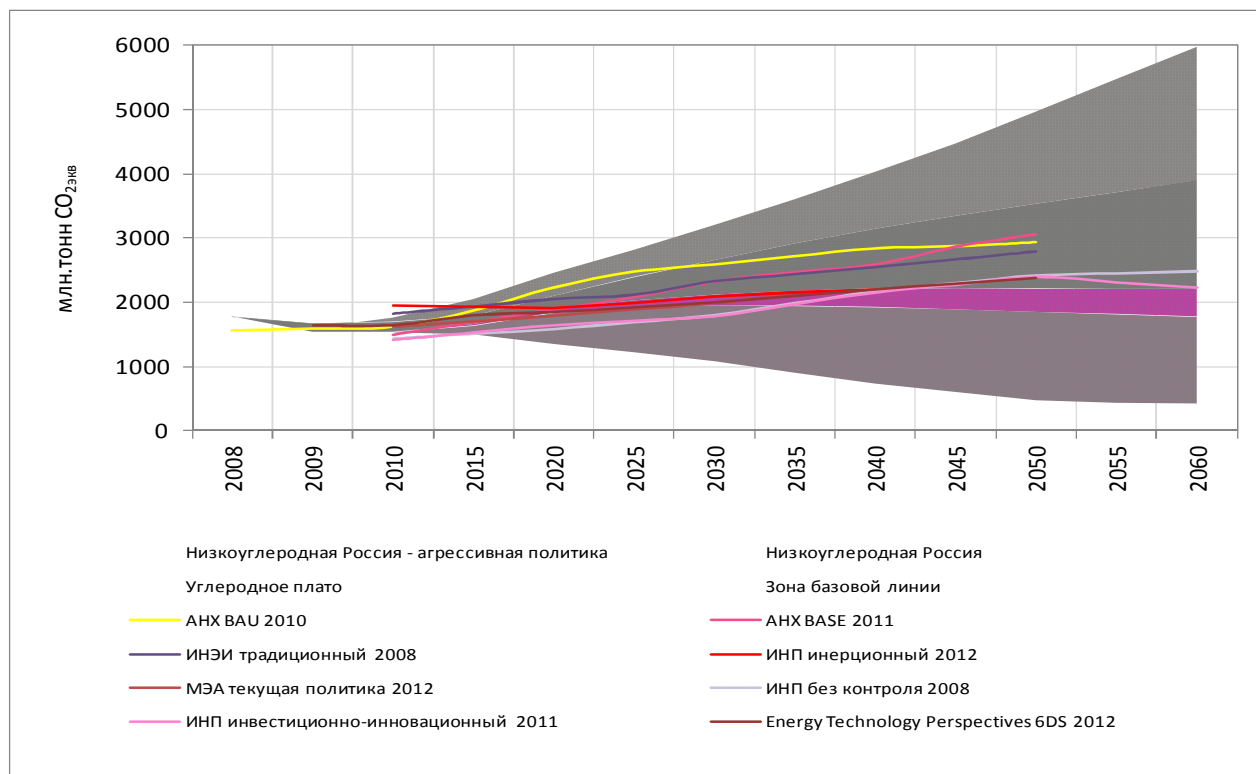
Часть траекторий первоначально попадала в семейство сценариев «Зона базовой линии» (рис. 2.5). Однако после коррекции на темпы роста экономики, которые более адекватны послекризисным представлениям о возможности экономического роста в России, они «спустились» в зону семейства сценариев «Углеродное плато» (рис. 2.6).

Рисунок 2.5 Семейство сценариев «Углеродное плато» до послекризисной коррекции



Источники: см раздел 2.1.

Рисунок 2.6 Семейство сценариев «Углеродное плато» после послекризисной коррекции



Источники: см раздел 2.1.

Вновь обращает на себя внимание, что при различиях в исходных значениях выбросов ПГ в разных прогнозах в 2010 г. угол наклона траекторий практически одинаков: прирост примерно по 160-240 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$ за десятилетие.

Таким образом, по сравнению с семейством сценариев «зона базовой линии» успешная реализация мер политики по модернизации российской экономики, повышению энергоэффективности, контролю за выбросами вредных веществ, развитию атомной и возобновляемой энергетики и других приводит к замедлению роста выбросов на 110-200 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$ за десятилетие и постепенному выходу траекторий выбросов на плато в диапазоне значений $\pm 10\text{-}15\%$ от уровня 1990 г.

Если взять за базу уровень выбросов 2010 г., определенный в последнем «Национальном докладе», и диапазон приростов, характерный для этого семейства прогнозов, то получится, что зона с мерами общеэкономической политики может быть определена следующим образом:

- ✓ 2020 г. – 1930-2020 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$;
- ✓ 2030 г. - 2040-2220 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$;
- ✓ 2040 г. – 2150-2420 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$;
- ✓ 2050 г. – 2260-2620 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$ и
- ✓ 2060 г. – 2370-2820 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$

Другими словами, при успешной реализации мер общеэкономической политики с большой вероятностью уровень выбросов ПГ от сектора «энергетика» 1990 г. не будет превышен вплоть до 2060 г.

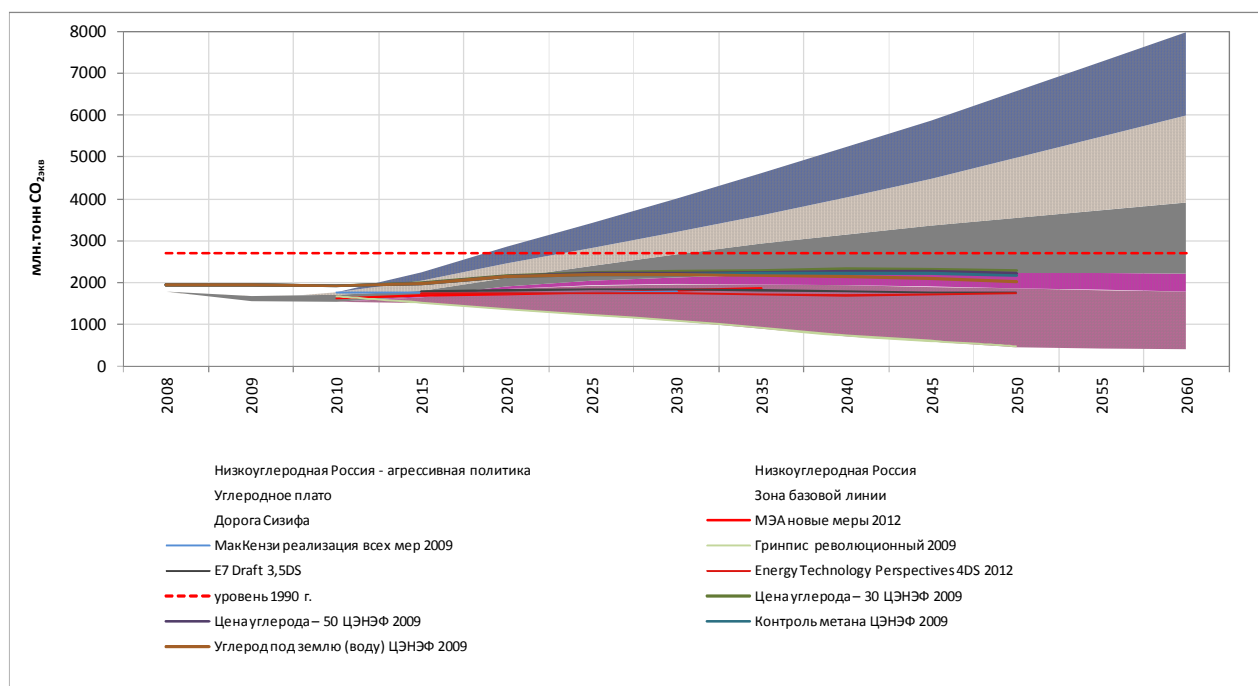
В 1998-2010 гг. средний годовой прирост выбросов ПГ в секторе «энергетика» составил 14,4 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$ Если бы он сохранился на 2011-2050 гг., то выбросы ПГ в 2050 г. составили бы 2400 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$ В 2011-2012 гг., по предварительным оценкам, он не превысил 19 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$ Таким образом, экстраполяция ситуации 1998-2010 гг. и 2011-2012 гг. попадает на нижнюю границу интервала семейства сценариев «Углеродное плато», а не в интервал семейства сценариев «Зона базовой линии». Такой же результат получается и при расчете по темпам роста, а не по приростам.

2.6 Семейство сценариев «Низкоуглеродная Россия». Максимально возможное торможение роста выбросов до 2030 г. и удерживание их на уровне ниже 1990 г. вплоть до 2040 г. с последующим постепенным снижением объема выбросов

Прогнозы семейства сценариев «Низкоуглеродная Россия» предполагают реализацию **специальных мер политики по ограничению выбросов**: введение налогов на выбросы ПГ или системы торговли квотами, технологий утилизации шахтного метана и улавливания и захоронения углерода, ускоренной трансформации топливного баланса электроэнергетики и автомобильного транспорта в связи с введением жестких квот на выбросы и др. При этом размеры платы или жесткость квотирования выбросов в этой группе сценариев умеренная.

При таких условиях траектории выбросов, определенные всеми прогнозными группами, практически плоские, то есть прироста выбросов относительно 2010 г. почти нет, или он очень незначительный (рис. 2.7). Правда, нет и существенного снижения. То есть это семейство сценариев с практически замороженной на уровне 2010 г. эмиссией.

Рисунок 2.7 Траектории динамики выбросов ПГ в семействе сценариев «Низкоуглеродная Россия»



Источники: см раздел 2.1.

Как и прежде, траектории отличаются исходным значением, а при его коррекции почти сливаются и оказываются в очень узком диапазоне. Практически во всех прогнозах стабилизация наступает после 2020-2025 гг. Прирост выбросов за 10 лет не превышает 35 млн. CO_{2-ЭКВ}.

Если взять за базу уровень выбросов 2010 г., определенный в «Национальном докладе», и диапазон приростов, характерный для этого семейства прогнозов, то получится, что зона со **специальными мерами политики по ограничению выбросов** определяется следующим образом:

- ✓ 2020 г. – 1820-1855 млн. т CO_{2-ЭКВ};
- ✓ 2030 г. – 1820-1890 млн. т CO_{2-ЭКВ};
- ✓ 2040 г. – 1820-1925 млн. т CO_{2-ЭКВ};
- ✓ 2050 г. – 1820-1960 млн. т CO_{2-ЭКВ} и
- ✓ 2060 г. – 1820-1995 млн. т CO_{2-ЭКВ}.

Анализ показывает, что создание «низкоуглеродной» России не обязательно отражается траекторией выбросов, в которой существенный рост эмиссии сменяется выходом на «плато», а затем заметным снижением. Траектория создания «низкоуглеродной» России может быть другой: максимально возможное торможение роста выбросов до 2030 г. и удерживание их на уровне ниже 1990 г. вплоть до 2040 г. с последующим постепенным снижением объема выбросов.

Анализ публикаций, перечисленных в разделе 2.1, позволяет определить, что для реализации этого семейства сценариев необходимо реализовать следующие **специальные меры политики по ограничению выбросов**:

- ✓ ЦЭНЭФ:
 - введение налога на углерод в топливе и его постепенный рост до 30-50 евро/т CO_{2-ЭКВ}, либо формирование рынка торговли квотами позволят удерживать выбросы ПГ в 2050 г. на уровне 75% от показателя 1990 г.;
 - использование технологии улавливания и захоронения углерода, что позволит удерживать выбросы ПГ в 2050 г. на уровне 70% от показателя 1990 г.;
 - дополнительные усилия по повышению энергоэффективности – полная реализация потенциала энергосбережения, и по наращиванию выработки электроэнергии на нетопливных станциях;
- ✓ ИНЭИ:
 - введение платы за выбросы CO₂ на уровне 25-50 долл./т CO₂ создаст экономические стимулы для структурных и технологических изменений в электроэнергетике, которые уменьшат в 2030 г. эмиссию ПГ относительно базового уровня, но только на 20%;
 - абсолютные объемы эмиссии до 2030 г. возрастают при введении платы ниже уровня 100 долл./т CO_{2-ЭКВ}, начиная с которого достигается стабилизация выбросов после 2020 г.;
- ✓ ВШЭ:
 - создание системы торговли квотами и внутреннего углеродного рынка, связанного с международным, приводит к сокращению выбросов на 10-15%

- от уровня 2008 г. при ценах на углеродном рынке в диапазоне 10-25 долл. США/т CO₂⁶;
- влияние налога на выбросы CO₂ оказалось несущественным на перспективу до 2020 г.;
 - ✓ McKinsey пришли к выводу, что в России до 2030 г. выбросы ПГ в секторе «энергетика» можно удерживать на уровне на 28-34% ниже значения 1990 г. за счет:
 - создания стимулов для инвестирования, в т.ч. внедрения целевых кредитных программ, позволяющих создать необходимые стимулы;
 - повышения осведомленности населения и распространения информации о преимуществах мер по экономии энергии;
 - устранения недостатков (провалов) рынка (это, фактически, дублирует внедрение стимулов и стандартов);
 - введения стандартов по уровню эффективности использования энергии;
 - реализации рентабельных мер по повышению энергоэффективности;
 - ✓ Гринпис считает, что стабилизации снижения выбросов можно достичь за счет:
 - ликвидации субсидий на органическое топливо и на развитие АЭС;
 - внедрения жестких стандартов по энергоэффективности оборудования, зданий и транспортных средств;
 - законодательного формирования требований по уровню производства НВЭИ;
 - реформирования рынков электроэнергии с гарантией приоритетного доступа к сети для производителей НВИ;
 - обеспечения за счет тарифов по приему энергии от НВЭИ в сеть рентабельности строительства мощностей на основе НВЭИ;
 - обеспечения лучшей информированности потребителей за счет маркировки продукции по экологическим характеристикам;
 - увеличения бюджетов НИОКР в сфере НВЭИ и повышения энергоэффективности.

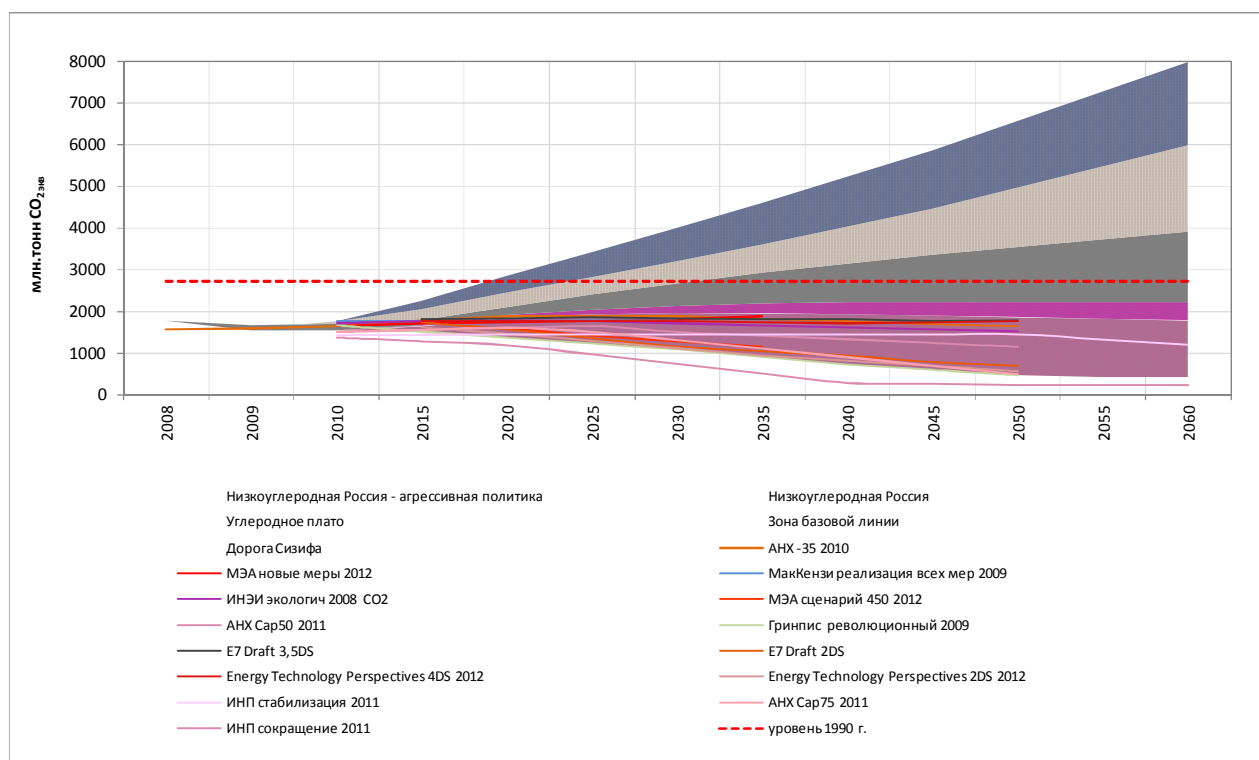
Часть рекомендаций McKinsey и Гринпис, скорее, можно отнести к реализации мер политики по модернизации российской экономики и повышению энергоэффективности, характерных для сценариев семейства «Углеродное плато».

2.7 Семейство сценариев «Низкоуглеродная Россия – агрессивная политика»

Последнее семейство сценариев – «Низкоуглеродная Россия – агрессивная политика» – предполагает, что Россия берет на себя довольно жесткие обязательства по снижению выбросов на перспективу и реализует широкий набор специальных мер для их выполнения. Это преимущественно меры из арсенала сценариев «Низкоуглеродная Россия», но с более «агрессивной» или, в терминах Гринпис, «революционной» мерой их реализации (рис. 2.8).

⁶ Это означает, что выбросы можно снизить до уровня на 45-50% ниже значения 1990 г.

Рисунок 2.8 Траектории динамики выбросов ПГ в семействе сценариев «Низкоуглеродная Россия – агрессивная политика»



Источники: см раздел 2.1.

Для данного семейства сценариев уже характерен разный наклон траекторий динамики выбросов. Если в «экологическом» прогнозе ИНЭИ РАН 2008 г. предполагается, что выбросы могут снизиться на 21% в 2010-2050 гг., то в сценарии CAP75 Центра экономического моделирования энергетики и экологии АНХ они снижаются на 75% от уровня 1990 г., или на 67% от уровня 2010 г, а в работе ИНП РАН 2011 г. рассматривается сценарий снижения к 2050 г. выбросов до 10% от уровня 1990 г.

К сожалению, не все публикации подробно описывают те меры, которые приводят к такому глубокому снижению. Тем не менее, анализ этих публикаций позволяет определить, что для реализации этого семейства сценариев необходимо более активно (агрессивно) реализовать **специальные меры политики по ограничению выбросов**:

- ✓ ИНЭИ – введение платы сверх уровня 100 долл./т $\text{CO}_2\text{-экв}$, начиная с которого достигается стабилизация выбросов после 2020 г.;
- ✓ ВШЭ:
 - создание системы торговли квотами и внутреннего углеродного рынка, связанного с международным. Снижение выбросов ПГ возможно в случае принятия достаточно агрессивной соответствующей политики в стране, создания внутреннего рынка квот на выбросы ПГ, связанного с мировым углеродным рынком, для обеспечения притока внешних инвестиционных ресурсов в модернизацию и повышение эффективности производства, снижение выбросов ПГ в различных секторах экономики;



- введение системы торговли квотами, в отличие от введения налога на углерод, позволит снизить выбросы от сектора электро- и теплоэнергетики на 45-50% при цене углерода, растущей к 2025-2030 гг. до 10-25 долл. США/т CO₂;
- ✓ АНХ:
 - введение налога на углерод с постепенным ростом от 15 до 50 долл. США за т с 2015 г. по 2050 г. позволит снизить выбросы CO₂ примерно до 1100 млн. т CO₂-экв. в 2050 г.;
- ✓ McKinsey и Гринпис:
 - более интенсивная реализация мер, перечисленных в разделе 2.6;
- ✓ МЭА:
 - в электроэнергетике – за счет мер по повышению энергоэффективности ограничить рост потребности в электроэнергии до 1216 млрд. кВт-ч к 2050 г.; обеспечить за счет низкоуглеродных технологий более 85% потребности в электроэнергии:
 - за счет развития возобновляемых источников энергии выбросы от электроэнергетики должны быть снижены на 40%;
 - за счет развития АЭС – 11%;
 - за счет применения захвата и захоронения углерода на электростанциях – еще на 16%;
 - в промышленности – за счет повышения эффективности использования энергии при применении лучших мировых технологий выбросы должны быть сокращены:
 - на 50%, а еще на
 - 35% за счет захвата и захоронения углерода на промышленных предприятиях;
 - на транспорте – за счет роста доли общественного транспорта, роста применения биотоплива, роста доли гибридных и электромобилей и существенного роста их топливной экономичности;
 - в секторе зданий – на 50% за счет повышения эффективности использования горячей воды, совершенствования осветительных и электробытовых приборов, а остальное – в основном, за счет строительства новых энергоэффективных зданий и модернизации уже имеющихся с существенным повышением их теплозащитных характеристик.

Таким образом, между отдельными прогнозными группами:

- ✓ существует согласие относительно:
 - необходимости агрессивного задействования специальных мер политики по ограничению выбросов;
 - максимального использования возможностей повышения энергоэффективности и активизации развития нетопливной энергетики;



- ✓ существуют разногласия относительно:
 - эффективности набора этих инструментов (налог на углерод или система торговли квотами);
 - необходимой интенсивности использования рыночных механизмов ограничения выбросов – уровень налога на углерод, масштабы системы торговли квотами).

2.8 Существование верхнего предела роста выбросов

Ряд прогнозных групп приходит к выводу о существовании абсолютного предела выбросов ПГ, который никогда и ни при каких условиях не будет превышен:

- ✓ ЦЭНЭФ (2011):
 - ни при каких условиях до 2050 г. выбросы ПГ не превысят 3500 тыс. т CO₂-экв. Анализ доказывает естественное «вымирание» прогнозов с более высокими уровнями выбросов трех ПГ в секторе «энергетика» в середине века;
 - вероятность того, что в сценариях без применения специальных мер по контролю за выбросами до 2050 г. будет превышен уровень выбросов 1990 г., крайне мала. Другими словами, маловероятно, что к 2050 г. выбросы ПГ превысят уровень 2720 тыс. т CO₂-экв.;
 - неудача с модернизацией экономики и повышением производительности всех факторов производства приведет не к росту выбросов, а к снижению темпов экономического роста;
- ✓ ИНП РАН (2013):
 - траектория развития топливно-энергетического баланса в период до 2040 г. даже без применения специальных мер по ограничению выбросов в сценарии интенсивного роста обеспечивает сохранение на протяжении всего периода выбросов CO₂ на уровне ниже 1990 г. Небольшой рост будет наблюдаться до 2030 г. с последующим сокращением к 2040 г. до уровня на 10-20% ниже значения 1990 г.;
 - авторы хотя и не формулируют, но, фактически, приходят к выводам о том, что:
 - ускорение экономического роста обязательно сопровождается ростом выбросов ПГ;
 - для сценария интенсивного роста с гораздо более высоким уровнем ВВП выбросы ПГ ниже;
 - медленный прогресс в развитии новых технологий, присущий инерционному сценарию, порождает более высокий уровень выбросов при неспособности ускорить рост ВВП.
- ✓ ВШЭ:
 - без специальных мер политики выбросы в секторе генерации электрической и тепловой энергии до 2020-2025 гг. не превысят не только уровня 1990 г., но и даже уровня 2008 г. То есть роста выбросов в этом секторе не будет;

- ✓ АНХ:
 - анализ на основе минимальных издержек показывает практическую недостижимость уровня выбросов 1990 г. Вероятность того, что выбросы не превысят уровень -25% от значения 1990 г., составляет 75%.

Таким образом, авторы этих работ согласны с тем, что:

- ✓ абсолютный предел выбросов ПГ, который никогда и ни при каких условиях не будет превышен, существует;
- ✓ с большой вероятностью он ниже уровня выбросов 1990 г. – 2720 тыс. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$

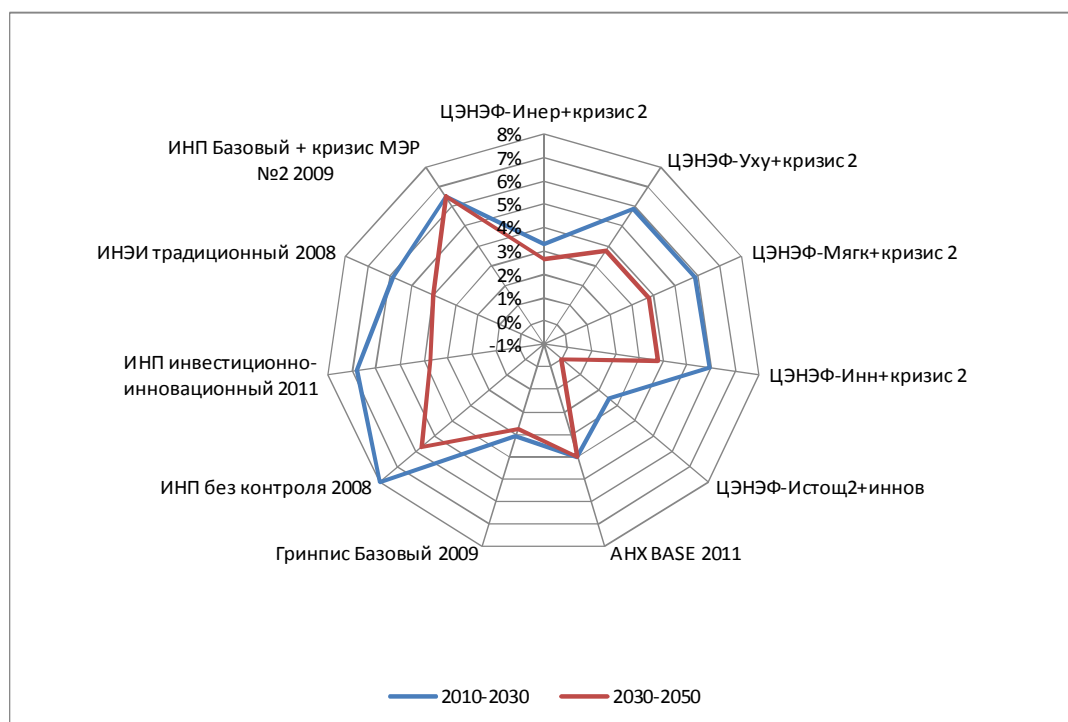
2.9 Пространство решений

Снижение выбросов ПГ от сектора «энергетика» на 25%, 50% и 75% от уровня 1990 г. в 2010-2050 гг. равнозначно их снижению на 0,3% в год, на 0,7% в год или на 2,4% в среднем в год. «Пространство решений» зависит от сочетания темпов экономического роста, темпов снижения энергоемкости и темпов снижения углеродоемкости энергетического баланса России, обеспечивающих искомые среднегодовые темпы снижения выбросов ПГ от сектора «энергетика». При сравнении сценариев было выбрано 8 координат этого пространства:

- ✓ темпы изменения: выбросов ПГ; выбросов ПГ на единицу ВВП; ВВП; энергоемкости; углеродоемкости энергии;
- ✓ доли в потреблении первичной энергии: АЭС, ГЭС и НВЭИ.

В основной части прогнозов предполагается, что темпы роста ВВП в 2030-2050 гг. будут затухать по сравнению с 2010-2030 гг. (рис. 2.9). В ряде работ не было данных о росте ВВП до 2030 г.

Рисунок 2.9 Сравнение допущений о темпах роста ВВП в разных сценариях

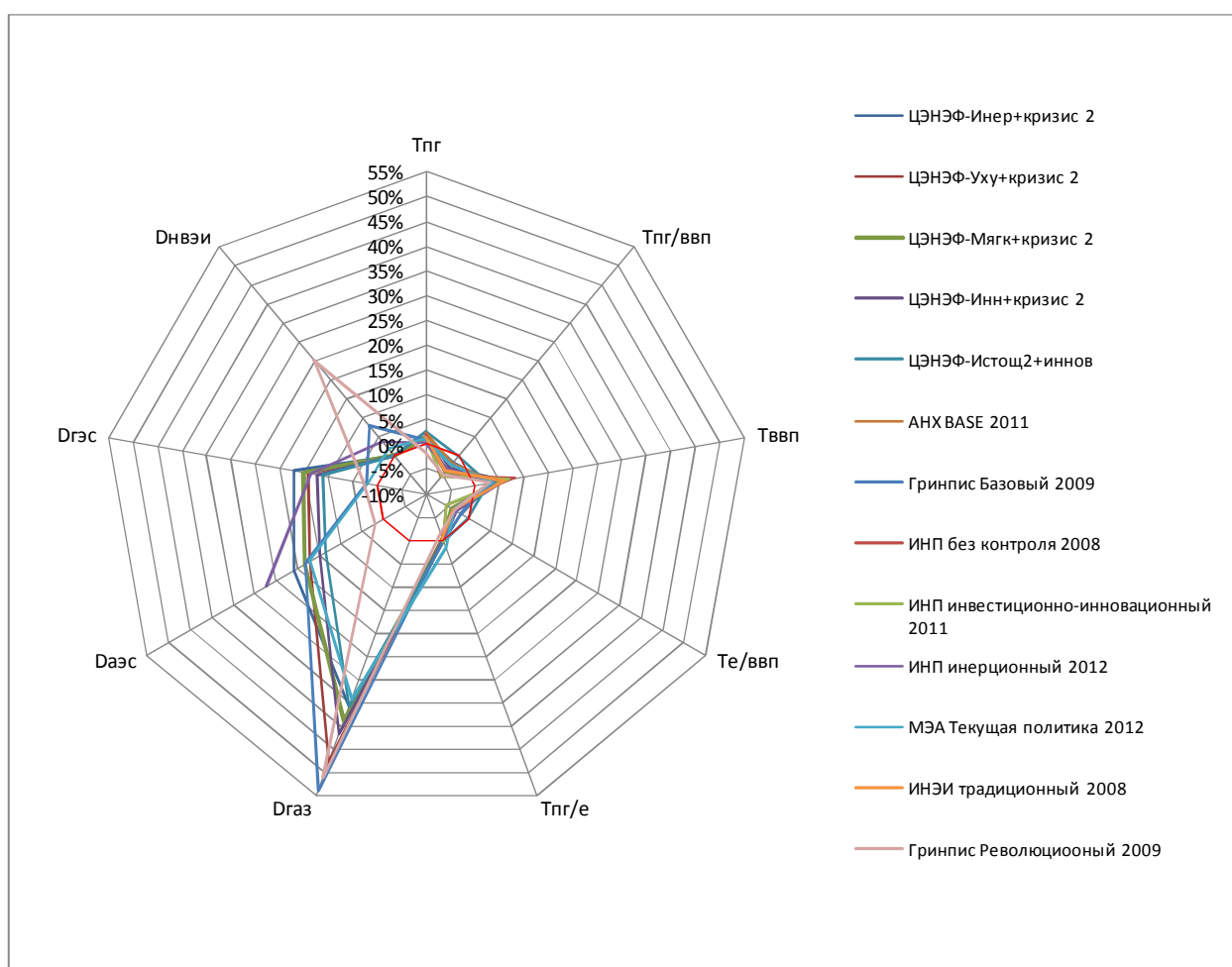


Источники: см раздел 2.1.

Развитие экономики России в последние годы вселяет мало оптимизма. Многие эксперты сходятся на том, что даже повышение темпов роста ВВП до 5% – задача крайне амбициозная и, возможно, нереализуемая. Таким образом, даже на период до 2030 г. темпы роста ВВП скорее будут ближе к тем, что намечались в допущениях прогнозов на 2030-2050 гг.

Не по всем сценариям было достаточно информации, чтобы нанести их координаты на поле «пространства решений». Тем не менее, те сценарии, по которым это удалось сделать, дают довольно показательную картину (рис. 2.10).

Рисунок 2.10 «Пространство решений» в разных сценариях на период 2010-2030 гг.



Тпг – среднегодовой темп изменения выбросов ПГ; Тпг/ввп – среднегодовой темп роста выбросов ПГ на единицу ВВП; Те/ввп – среднегодовой темп изменения энергоемкости ВВП; Dгаз – доля природного газа в потреблении первичной энергии; Дгэс – доля АЭС в потреблении первичной энергии; Дгэс – доля ГЭС в потреблении первичной энергии; Днвэи – доля НВЭИ в потреблении первичной энергии.

Источники: см раздел 2.1.

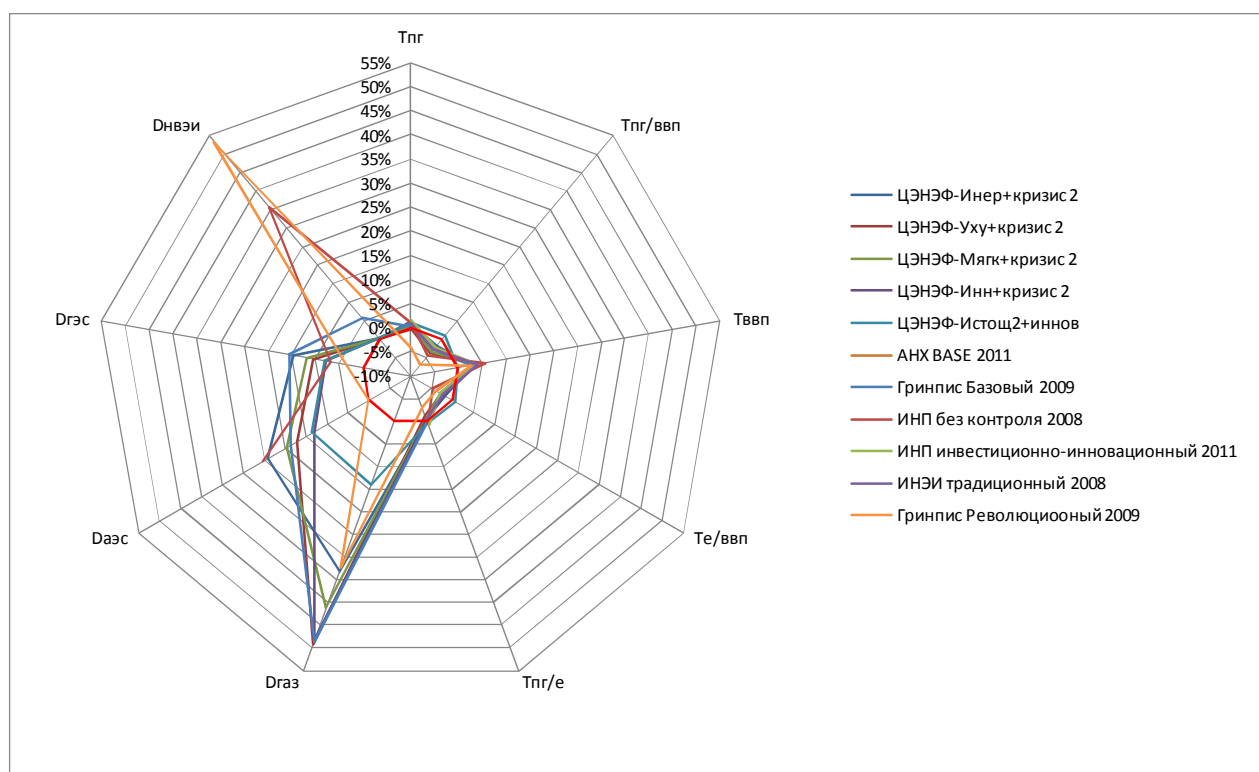
Конфигурация «пространства решений» до 2030 г. показывает, что:

- ✓ практически во всех сценариях до 2030 г. существенно – на 2-5% в год – снижается энергоемкость ВВП;

- ✓ углеродоемкость энергии в одних прогнозах несколько растет, в других медленно снижается. Ее снижение более чем на 1% в год отражено только в двух сценариях: сценарии ЦЭНЭФ с захоронением углерода и революционном сценарии Гринпис;
- ✓ в основной части сценариев снижается доля природного газа в российском энергобалансе и растет доля АЭС;
- ✓ возможен и рост, и стабилизация, и снижение доли ГЭС;
- ✓ в отношении НВЭИ сценарии сходятся на том, что их доля будет расти, но существенно расходятся в отношении возможной степени этого роста;
- ✓ в итоге, в основной части сценариев выбросы ПГ до 2030 г. растут, за исключением революционного сценария Гринпис, в котором при очень быстром развитии НВЭИ (рис. 2.10) выбросы ПГ начинают снижаться почти на 2% в год.

Конфигурация «пространства решений» меняется при расширении горизонта прогноза до 2050 г. (рис. 2.11).

Рисунок 2.11 «Пространство решений» в разных сценариях на период 2030-2050 гг.



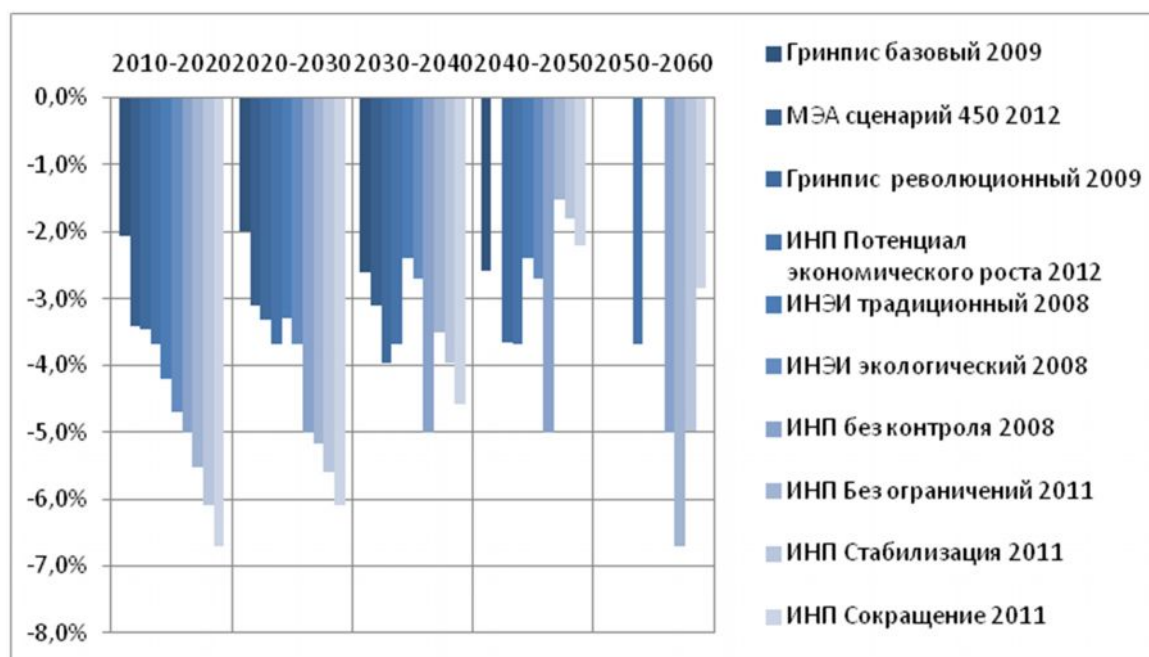
Tпг – среднегодовой темп изменения выбросов ПГ; Tпг/ввп – среднегодовой темп роста выбросов ПГ на единицу ВВП; Tе/ввп – среднегодовой темп изменения энергоемкости ВВП; Dгаз – доля природного газа в потреблении первичной энергии; Dаэс – доля АЭС в потреблении первичной энергии; Dгэс – доля ГЭС в потреблении первичной энергии; Dнвэи – доля НВЭИ в потреблении первичной энергии.

Источники: см раздел 2.1.

Анализ «пространства решений», доступного в 2030-2050 гг., показывает, что:

- ✓ темпы роста ВВП замедляются, но замедляются и темпы снижения энергоемкости ВПП. В основной части сценариев в 2030-2050 гг. она снижается на 2-4% в год (рис. 2.12);
- ✓ в основной части сценариев после 2030 г. начинает снижаться углеродоемкость энергии на 0,4-1% в год. Только в революционном сценарии Гринпис она снижается быстрее;
- ✓ в основной части сценариев снижается доля природного газа в российском энергобалансе. В ряде прогнозов она снижается довольно значительно;
- ✓ доля АЭС растет не во всех прогнозах и ни в одном из них не превышает 25% от потребления первичной энергии;
- ✓ доля ГЭС медленно снижается;
- ✓ доля НВЭИ растет во всех сценариях, но степень ее роста весьма неопределенна. Максимальные оценки дают ИНП и Гринпис;
- ✓ в итоге, ни в одном из сценариев выбросы ПГ в 2030-2050 гг. не растут быстрее, чем на 1,5% в год, а во многих они практически стабилизируются или начинают снижаться.

Рисунок 2.12 **Динамика среднегодовых темпов снижения энергоемкости ВВП**



Источники: см раздел 2.1.

Самые высокие темпы снижения энергоемкости в 2010-2030 гг. заложены в сценарии ИНП РАН «Сокращение» 2011 г.

Обобщение сравнительного анализа сценариев динамики выбросов ПГ подтверждают способность России выполнять обязательства по удержанию объема эмиссии более чем на 25% ниже уровня 1990 г.

2.10 Ограничения выбросов и экономический рост

Остается еще один интересный и важный аспект сравнения прогнозных расчетов – анализ зависимости динамики выбросов ПГ и темпов экономического роста, а точнее, аспект этого анализа, связанный с ответом на вопросы:

- ✓ Приводит ли введение ограничений по эмиссии ПГ к торможению экономического роста?
- ✓ Если приводит, то начиная с какого уровня ограничений?
- ✓ Является ли переход на «зеленую» модель роста тормозом или ускорителем экономического роста?

В этом отношении мнения прогнозных групп не совпадают. Это в значительной степени определяется структурой моделей, наличием и интенсивностью в них прямых и обратных связей в треугольнике «экономика – энергетика – политика ограничения выбросов».

На первый вопрос (приводит ли введение ограничений по эмиссии ПГ к торможению экономического роста) положительно отвечают эксперты ИНЭИ РАН в работах разных лет. Они отмечают, что:

- ✓ слабое снижение эмиссии ПГ, не превышающее 1-2% от уровней инновационного сценария, практически не повлияет на темпы экономического развития страны;
- ✓ ужесточение ограничения на эмиссию ПГ усиливает торможение экономического развития;
- ✓ при ужесточении требований по эмиссии чувствительность ВВП к ограничению выбросов ПГ увеличивается:
 - при 25%-ом снижении эмиссии ВВП в 2020 г. снижается на 18,9% от уровня инновационного сценария, а среднегодовые темпы роста ВВП за период 2015-2020 гг. снижаются с 6,6% до 2,2%;
 - в 2030 г. в варианте с 25%-ым снижением эмиссии ПГ ВВП снижается на 23,8% относительно уровня инновационного сценария;
- ✓ коэффициент эластичности снижения ВВП по ограничению на выбросы ПГ приближается к минус единице;
- ✓ столь сильное замедление экономического роста ставит под сомнение целесообразность удержания эмиссии ПГ в России на 20-25% ниже уровня 1990 г. и требует дополнительных обоснований;
- ✓ при введении платы за выбросы ПГ снижение динамики ВВП обусловлено относительным ухудшением финансового состояния в производственных отраслях, начинает замедляться развитие более карбоноёмких отраслей с наименее устойчивым финансовым состоянием, это приводит к снижению темпов роста инвестиций в экономике и падению спроса на машины и оборудование и строительно-монтажные работы, затем по цепочкам межотраслевых связей уменьшается рост выпусков и в некоторых других отраслях;
- ✓ в более поздней работе эти выводы уточняются. Указывается, что после 2020 г. снижение среднегодовых темпов роста ВВП при введении ограничений на выбросы становится менее ощутимым: в 2020-2030 гг. среднегодовые темпы роста ВВП снижаются с 5,2% в инновационном сценарии до 4,6% при 25%-ом сдерживании эмиссии ПГ.



Таким образом, порог серьезного торможения экономического роста, по мнению экспертов ИНЭИ РАН, – снижение выбросов на 25% от базового уровня или практически стабилизация выбросов на уровне 1990 г.

Это мнение не разделяют сразу несколько других прогнозных групп:

- ✓ ЦЭНЭФ (2009-2011 гг.):
 - неудача с модернизацией экономики и повышением производительности всех факторов производства приведет не к росту выбросов, а к снижению темпов экономического роста;
 - переход к низкоуглеродной экономике и энергетике является не тормозом, а спасителем экономического роста в России;
 - плата за неуспешную модернизацию в «десятих» годах – потеря способности экономики к расширенному воспроизводству в «сороковых», а возможно, даже и в «тридцатых» и превращение экономики России в экономику «шагреновой кожи» с устойчивым снижением ВВП;
 - переход к политике сценариев «Низкоуглеродная Россия» или «экологическому варианту» Минэкономразвития должен быть совершен не позднее 2020-2030 гг. Иначе экономический рост будет резко тормозиться за счет нехватки и дороговизны энергии;
 - положительную зависимость кумулятивных выбросов парниковых газов в 2011-2050 гг. от темпов экономического роста установить не удалось. Существует, скорее, обратная зависимость. Более динамичный экономический рост возможен при успехе модернизации экономики, и он сопровождается меньшими выбросами;
- ✓ ИНП РАН (2013):
 - авторы хотя и не формулируют, но, фактически, приходят к выводам о том, что:
 - ускорение экономического роста необязательно сопровождается ростом выбросов ПГ;
 - для сценария интенсивного роста с гораздо более высоким уровнем ВВП выбросы ПГ ниже;
 - медленный прогресс в развитии новых технологий, присущий инерционному сценарию, порождает более высокий уровень выбросов при неспособности ускорить рост ВВП;
- ✓ АНХ:
 - ограничительное воздействие климатической политики на экономический рост сильно преувеличено;
 - климатическая политика напрямую связана с модернизацией и повышением энергоэффективности экономики;
- ✓ МакКензи:
 - реализация рентабельных мер в течение следующих 20 лет обеспечит экономию в размере до 345 млрд. евро. Поскольку эффект от их реализации существенно выше затрат, логично допустить, что при удержании выбросов ПГ на уровне на 24% ниже 1990 г. не только не происходит торможения ВВП, но, напротив, за счет чистой экономии затрат в размере 195 млрд. евро его рост должен ускориться.

2.11 Вопросы для дальнейших исследований

Сравнение всех сценариев позволяет определить повестку дополнительных исследований в сфере выявления траекторий динамики выбросов ПГ в России и оценки эффективности разных дополнительных мер климатической политики и инструментов контроля за эмиссией ПГ от сектора «энергетика» России:

1. Оценка концепции наличия «естественного» абсолютного верхнего предела роста выбросов ПГ при отсутствии специальных мер климатической политики. Есть ли этот предел? Если есть, то каков он? Почему его нельзя превзойти?
2. Можно ли уточнить параметры связи климатической политики с модернизацией и повышением энергоэффективности экономики? Есть ли синергия эффектов при реализации этих задач, и насколько она велика?
3. Каковы эффекты отдельных специальных мер политики и инструментов контроля за эмиссией ПГ от сектора «энергетика» России?
4. На сколько можно снизить выбросы ПГ до 2050 г. и за его пределами, не жертвуя экономическим ростом, по сравнению с уровнем 1990 г.?
5. Приводит ли введение ограничений по эмиссии ПГ к торможению экономического роста? Если приводит, то начиная с какого уровня ограничений?
6. Каково «пространство решений»? Какие меры политики дают наибольший эффект по снижению выбросов при минимальных затратах, какая бы метрика затрат ни использовалась?
7. В какой последовательности и с какой интенсивностью и распределением во времени нужно запускать реализацию специальных мер политики и инструментов контроля за эмиссией ПГ в секторе «энергетика» России?

3 Прогнозы ЦЭНЭФ

3.1 И.А. Башмаков. Низкоуглеродная Россия: 2050 год. М., Авис Оригинал. 2009. 198 с.

Горизонт прогноза: 2008-2050.

Модель. Модель ENERGYBAL-GEM. Она основана на концепции единого топливно-энергетического баланса (ЕТЭБ) страны и используется для имитации различных сценариев развития экономики и энергетики России и соответствующей им эмиссии трех ПГ (CO_2 , N_2O и CH_4). Модель имитационная, имеет годовой шаг и охватывает горизонт в полвека: отчетные данные за 2000-2008 гг. и прогнозные за 2009-2050 гг. По мере поступления новых отчетных данных ее параметры уточняются. Источники и коэффициенты эмиссии ПГ от энергетических отраслей определены согласно «Руководящим принципам национальных инвентаризаций парниковых газов» (МГЭИК, 2006 г.). Сценарные переменные модели можно разделить на две группы. Первая отражает рамочные условия изменения экономики (показатели экономического роста, численности населения, объемов выпуска важнейшей продукции, жилищного строительства, инфляции и др.). Вторая включает специальные параметры политики контроля выбросов ПГ (индикаторы технического прогресса по повышению эффективности использования энергии в процессах ее преобразования и конечного использования; цены на энергоносители и стоимость CO_2 ; производство электроэнергии и тепла на АЭС, ГЭС, НВИЭ; производство биотоплива; снижение потерь природного газа, доли попутного газа, сжигаемого в факелах; рост доли утилизации шахтного метана; улавливание и захоронение углерода от электростанций).

Специальные параметры энергетической политики могут быть нацелены не на решение задач контроля за выбросами парниковых газов, а на решение таких задач, как повышение энергоэффективности, укрепление энергетической и экологической безопасности, снижение выбросов загрязняющих веществ, но при этом иметь существенный косвенный эффект в виде контроля выбросов парниковых газов. Для решения более амбициозных задач по контролю за выбросами парниковых газов специальные параметры энергетической политики могут использоваться более интенсивно, что уже будет давать косвенные эффекты в решении задач повышения энергоэффективности и укрепления энергетической и экологической безопасности.

Перечень специальных параметров политики контроля выбросов парниковых газов довольно широк, а модель ENERGYBAL-GEM дает возможность оценить эффективность каждого из этих инструментов и любой их комбинации и создает широкое информационное поле для обоснования возможности достижения целевых ориентиров политики контроля выбросов парниковых газов.

Количество и краткая характеристика сценариев. В 2008 г. по заказу Агентства по прогнозированию балансов в электроэнергетике (АПБЭ) и Минэнерго РФ ЦЭНЭФ сформировал 21 сценарий и сделал прогнозные расчеты динамики выбросов ПГ до 2050 г.

Макроэкономические допущения прогноза. По требованию заказчиков расчеты опирались преимущественно на параметры развития экономики России, определенные в «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» (КДР-2020). В ней принято, что цены на нефть до 2030 г. не

опустятся ниже 75 долл./барр., а мировая экономика будет расти на 3,6-4,5% в год⁷. Прогнозные оценки МЭР на период до 2020 г. и далее экстраполировали сложившиеся в 2000-2007 гг. темпы роста.

Во всех сценариях МЭР после некоторого снижения темпов роста ВВП в 2008-2013 гг. начинается следующий всплеск роста в 2014-2018 гг. (рис. 3.3), который связан с увеличением добычи углеводородов. В сценарии «Инновационное развитие» темпы роста ВВП превышают 6% на всем периоде до 2020 г., за исключением 2012-2013 гг. В «энергосырьевом» сценарии темпы роста ВВП варьируют в диапазоне 4,6-6,4% в год, а в сценарии «Инерционное развитие» они снижаются до 3,2% к 2020 г. ИНП РАН предполагал, что потенциально возможен рост ВВП на уровне 8% в год в 2005-2030 гг. (общий семикратный рост ВВП)⁸. Даже в «инерционном» сценарии ИНП РАН темпы роста ВВП составили 5,3% в год против 3,6% в год в «инерционном» сценарии МЭР. Расчеты были сделаны и для этих макроэкономических допущений.

Прогнозы добычи нефти и газа, производства электроэнергии и тепла на АЭС, ГЭС и возобновляемых источниках рассматривались в четырех вариантах: нижняя граница менее вероятной зоны; нижняя граница более вероятной зоны; верхняя граница более вероятной зоны; верхняя граница менее вероятной зоны.

Динамика выбросов ПГ. В результате имитационных расчетов получена 21 траектория динамики эмиссии парниковых газов на период до 2050 г. (рис. 3.1). Все эти сценарии были разделены на четыре группы (рис. 3.2):

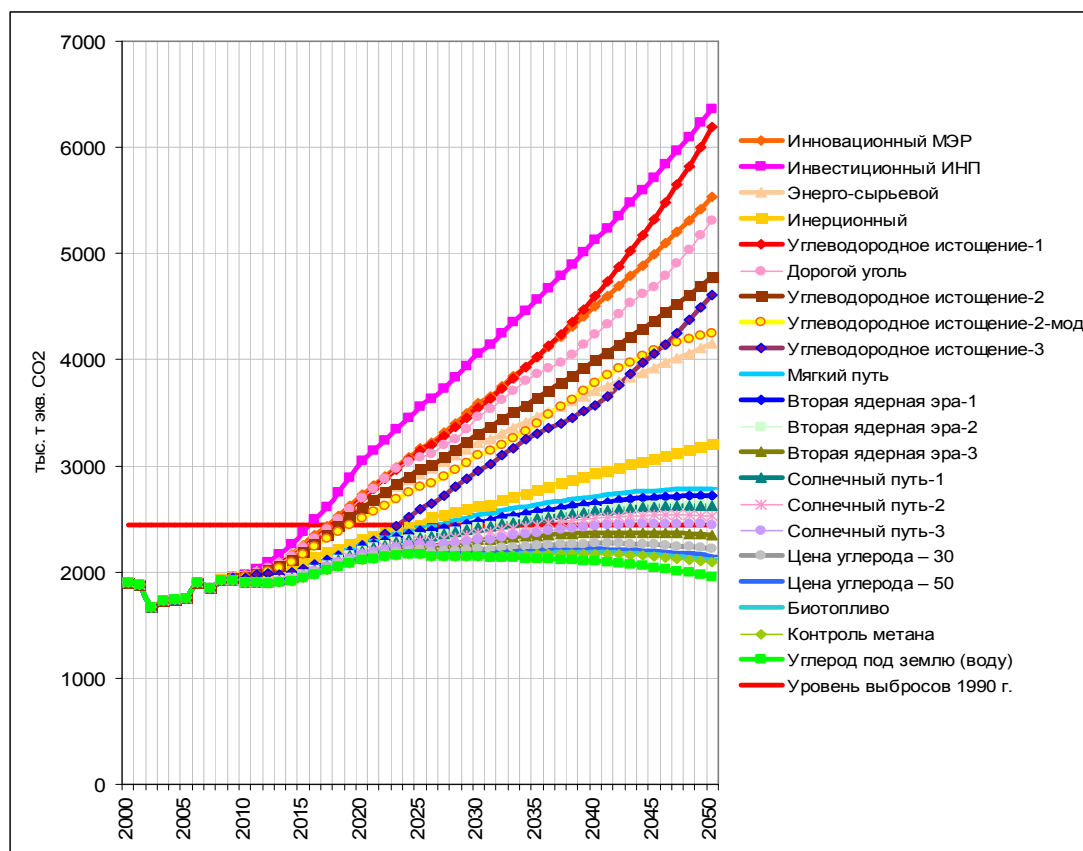
- ✓ «Дорога Сизифа» – семейство сценариев, в которых выбросы к 2050 г. более чем удваиваются по сравнению с уровнем выбросов 2007 г.;
- ✓ «Тормозящее развитие» – семейство сценариев, в которых выбросы к 2050 г. находятся в диапазоне от 3500 до 4250 млн. т CO_{2-экв.};
- ✓ «Углеродное плато» – семейство сценариев, в которых выбросы к 2050 г. превышают уровень выбросов 1990 г., но выходят на «плато» в какой-либо период до 2050 г.;
- ✓ «Низкоуглеродная Россия» – семейство из 6 сценариев, в которых выбросы к 2050 г. после выхода на «плато» начинают снижаться.

Вероятность реализации ни отдельных сценариев, ни отдельных их групп нельзя назвать равной. Анализ вероятности реализации того или иного семейства сценариев проведен по трем критериям: достаточности ресурсной базы добычи нефти, газа и угля; динамике цен на энергоносители и обеспечения экономической доступности энергии; возможного изменения положения России на глобальных рынках энергоресурсов.

⁷ Записка «О сценариях социально-экономического развития Российской Федерации на долгосрочную перспективу» / МЭР, июль 2008 г.

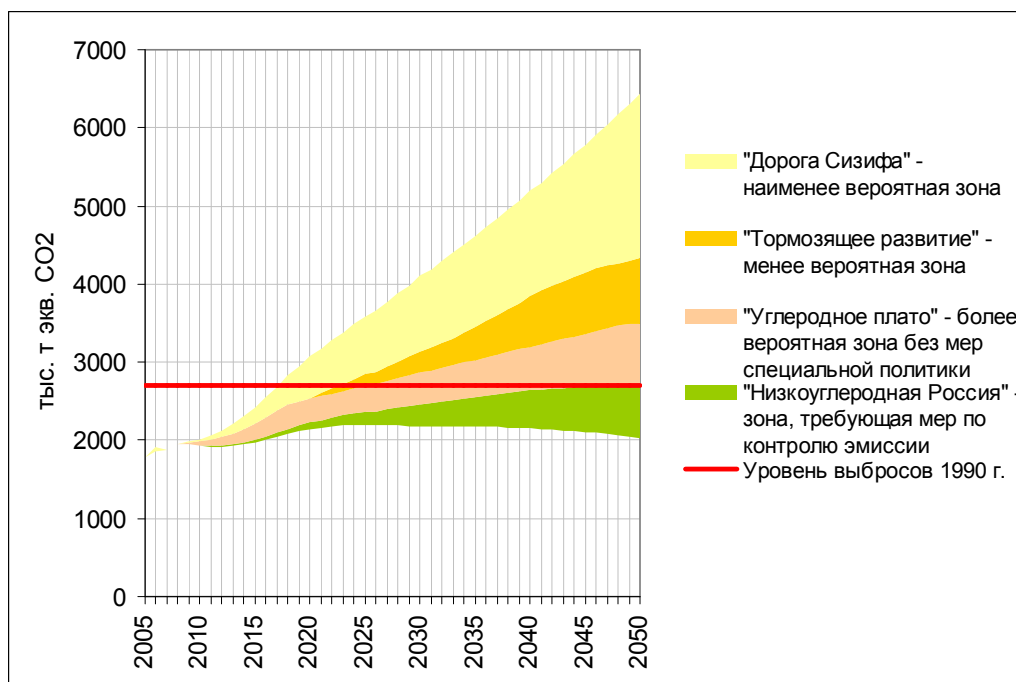
⁸ Долгосрочный прогноз экономического развития России в 2007-2030 гг. (по сценариям). Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской Академии Наук. Москва, май 2007 г.

Рисунок 3.1 Траектории выбросов трех ПГ в 2000-2050 гг. для 20 сценариев



Источник: И.А. Башмаков. Низкоуглеродная Россия: 2050 год. М., Авис Оригинал. 2009. 198 с.

Рисунок 3.2 Четыре семейства сценариев динамики выбросов ПГ в 2000-2050 гг.



Источник: И.А. Башмаков. Низкоуглеродная Россия: 2050 год. М., Авис Оригинал. 2009. 198 с.

Семейство сценариев «Дорога Сизифа» опирается на гипотезу о возможности продолжения прежней практики «закатывания» российской экономики в гору экономического развития довольно высокими темпами с использованием в качестве основного рычага ресурсов органического топлива. Однако проведенный анализ доказывает, что это «сизифов труд», что долгосрочный устойчивый рост на таких условиях просто невозможен. Камень энергоемкой и капиталоемкой российской экономики так в гору не закатить! Он все время скатывается вниз. Чем больше трудностей встретит Россия на пути наращивания добычи нефти и газа до 2050 г., тем скорее она столкнется с торможением экономического роста, который замедляется к тому же еще и по причине не только отсутствия доходов от экспорта углеводородов, но и необходимости не-нефтегазового сектора экономики генерировать валюту для импорта газа, нефти и угля. В итоге, при развитии с преимущественной опорой на использование в энергобалансе органического топлива Россия будет «съезжать» с траектории «инновационного» сценария вниз на траекторию «инерционного» сценария.

Семейство сценариев «Тормозящее развитие» опирается на гипотезу о том, что проблемы обеспечения экономического роста энергоресурсами будут, как и ранее, решаться на основе максимального наращивания их производства, а для создания стимулов для такого наращивания и для ограничения спроса будет использоваться политика повышения цен на энергоносители. Чтобы сохранить свое положение экспортера энергии глобального масштаба (даже при условии снижения объемов экспорта) в этом семействе сценариев приходится существенно увеличивать цены, чтобы «задавить» рост внутреннего спроса. Цена природного газа на внутреннем рынке должна повыситься до 280-300 долл./1000 м³ к 2020 г., около 500 долл./1000 м³ к 2030 г. и фантастических 1000-1600 долл./1000 м³ к 2050 г. Отношение расходов на энергоснабжение к доходу всех потребителей существенно растет, и поэтому потенциальный рост ВВП неизбежно тормозится экономической недоступностью энергии.

При высоких ценах на топливо на внутреннем рынке России становится выгоднее его импортировать, что вновь угрожает уже по экономическим причинам сохранению положения России на глобальных энергетических рынках. Нехватка топлива и необходимость резкого повышения цен на него для блокирования роста внутреннего спроса порождает как инфляцию издержек, так и торможение экономического роста. Другими словами, дороги «Вперед в прошлое!» нет, есть лишь дорога «Вперед в будущее!», то есть к использованию энергетических ресурсов, которые прежде игнорировались в российской энергетической политике.

Группа сценариев «Углеродное плато» включает «инерционный» сценарий, который показывает, как будет изменяться эмиссия при скатывании с «инновационного» и «энергосырьевого» сценариев в сторону «инерционного». Но основные члены этого семейства – это сценарии «Мягкий путь» с полной реализацией технического потенциала повышения энергоэффективности и две группы из трех сценариев каждая: «Вторая ядерная волна» и «Солнечный путь».

Сценарий «Мягкий путь» – это первый стабилизационный сценарий. Полная реализация технического потенциала повышения эффективности использования энергии с использованием механизма «подушки безопасности» позволяет стабилизировать эмиссию на уровне 1990 г. до 2050 г. и далее. Именно ступая по «мягкому» пути, Россия может сделать разворот в сторону «низкоуглеродного» общества. В комбинации со сценариями «Вторая ядерная волна» и «Солнечный путь» удастся выйти на плато, высота которого равна выбросам 1990 г. Для осуществления перехода от семейства сценариев «Дорога Сизифа» к семейству «Углеродное плато» необходимо разработать и реализовать политику повышения энергоэффективности, развития нетопливных источников энергии.

Это требуется не столько для того, чтобы контролировать выбросы ПГ, сколько для того, чтобы была возможность поддерживать динамичный рост экономики. То есть положительный эффект снижения выбросов ПГ является дополнительным “no-regret” и не требует специальных дополнительных затрат.

Семейство «Низкоуглеродная Россия» из 6 сценариев, в которых выбросы к 2050 г. после выхода на «плато» начинают снижаться», характеризуется тем, что эффекты понижения высоты плато и последующего снижения выбросов достигаются за счет мер специальной политики по контролю эмиссии парниковых газов. Довольно эффективной мерой является введение цены на углерод либо в системе торговли выбросами, либо в качестве налога на углерод. Развитие производства жидкого биотоплива, контроль за эмиссией шахтного метана и снижение сжигания попутного газа также дают положительный эффект. Однако более кардинально проблема решается за счет внедрения технологии улавливания и захоронения углерода на электростанциях. Кстати, анализ показывает, что роль электроэнергетики в структуре выбросов и в политике их контроля будет существенно расти, особенно после 2025 г. Переход к политике сценариев «Низкоуглеродная Россия» или «экологическому варианту» Минэкономразвития РФ должен быть совершен не позднее 2020-2030 гг. Иначе экономический рост будет резко тормозиться за счет нехватки и дороговизны энергии.

Из анализа результатов сценариев следует важный вывод:

- ✓ Повышение выбросов ПГ за пределы 3500 млн. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$ маловероятно;
- ✓ создание «низкоуглеродной» России необязательно отражается траекторией выбросов, в которой существенный рост эмиссии сменяется выходом на «плато», а затем заметным снижением;
- ✓ траектория создания «низкоуглеродной» России может быть другой: максимально возможное торможение роста выбросов до 2030 г. и удерживание их на уровне ниже 1990 г. вплоть до 2040 г. с последующим постепенным снижением объема выбросов;
- ✓ в рамках этой стратегии российская «подушка безопасности» надувается к 2050 г. до 12,6-14 млрд. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$ и становится глобальной «подушкой безопасности», поскольку эта величина равнозначна 46-52% глобальной эмиссии CO_2 в 2005 г. или сумме выбросов CO_2 всеми странами ОЭСР в 2005 г.

3.2 И.А. Башмаков. Низкоуглеродная Россия: перспективы после кризиса. Вопросы экономики. № 10. 2009. Сс. 107-120.

Горизонт прогноза: 2009-2050.

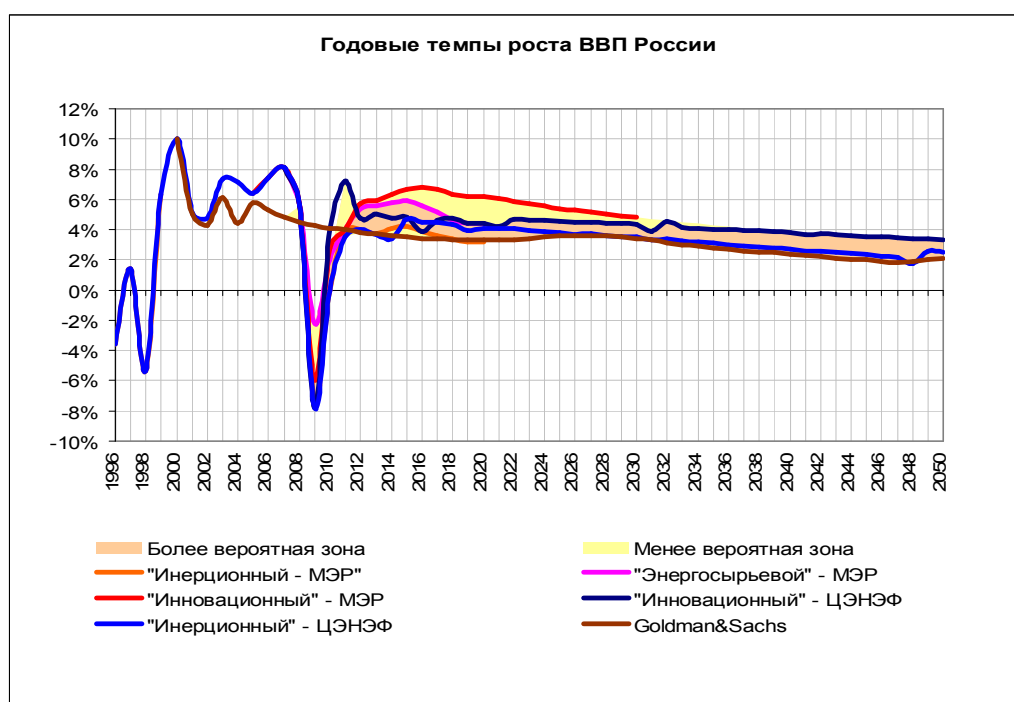
Модель. Модель ENERGYBAL-GEM (см. выше).

Количество и краткая характеристика сценариев. Для оценки воздействия кризиса на уровень и динамику выбросов ПГ рассмотрены сценарии «инновационный МЭР», «инновационный МЭР + кризис1» (по оценке развития кризиса, данной МЭР в феврале 2009 г.) и «инновационный МЭР + кризис2» (по нашей оценке развития кризиса на начало июня 2009 г.). В последних двух сценариях параметры заданы с учетом их корректировки на кризис. Кроме того, рассмотрены также скорректированные на кризис сценарии: «инновационный МЭР + кризис2»; «мягкий путь»; «углерод под землю (воду)». Работа

делалась в 2009 г., когда глубина экономического кризиса еще не было ясно, поэтому моделировались два варианта развития кризиса.

Макроэкономические допущения прогноза. На основе анализа российских публикаций и прогнозов МЭР были сформированы диапазоны изменения важнейших сценарных переменных: динамика населения, рост ВВП, добыча нефти, газа и угля, производство электроэнергии и тепла на АЭС, ГЭС, темпы технологического повышения энергоэффективности и НВИЭ и других с оценкой вероятности их реализации. По сравнению с «Низкоуглеродной Россией: 2050» они были скорректированы на кризис (рис. 3.3).

Рисунок 3.3 Прогнозы темпов роста ВВП



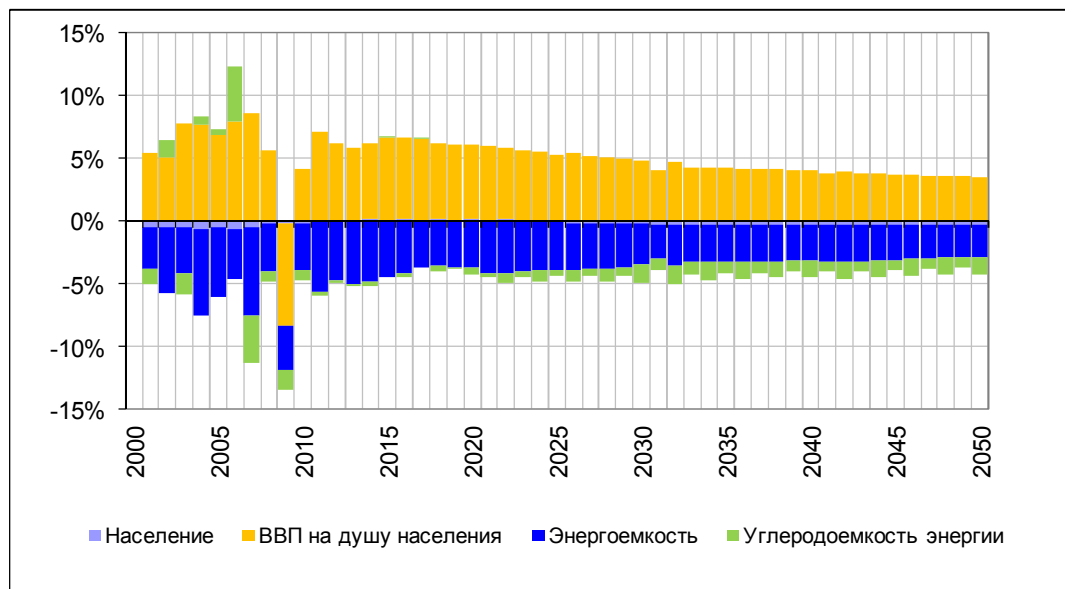
Источник: И.А. Башмаков. Низкоуглеродная Россия: перспективы после кризиса. Вопросы экономики. № 10. 2009. сс. 107-120.

Высокие уровни добычи нефти и газа использованы в сценариях «инновационный МЭР» и «инновационный МЭР + кризис1». В «инновационном» сценарии цены на энергоносители соответствуют прогнозу МЭР до 2030 г. и затем экстраполируются на основе допущения, что темпы роста цен на все энергоносители совпадают с темпом инфляции. В сценарии «углерод под землю» с 2012 г. введена цена за углерод, которая равномерно растет к 2030 г. до 50 евро/т CO₂ с сохранением этого уровня, скорректированного на инфляцию, до 2050 г. В этом же сценарии используются все меры контроля за эмиссией метана: снижение потерь газа и объема его сжигания в факелах, активное извлечение и использование шахтного метана; высокий вариант производства жидкого биотоплива (преимущественно из древесины); улавливание ПГ на электростанциях и захоронение их под землей или под водой.

Сочетание факторов, определяющих динамику выбросов. В сценарии с самыми низкими уровнями выбросов («углерод под землю»), скорректированном на кризис, численность населения России постепенно снижается – на 0,1-0,2% в год; ВВП на душу населения растет на 5-6% до 2030 г. и на 3,5-4,5% впоследствии; энергоемкость ВВП снижается на 3,5-5% в год до 2030 г. и затем на 2,5-3,5%; углеродоемкость энергии снижается медленно до 2020 г., а затем это снижение ускоряется до примерно 1% в год

(рис. 3.4). Таким образом, в этом сценарии экономический рост (по нынешним меркам, довольно динамичный) полностью компенсируется снижением энергоемкости и углеродоемкости. Последний фактор начинает заметно влиять только после 2020 г.

Рисунок 3.4 Сочетание факторов тождества Кайи, определяющих динамику выбросов ПГ в сценарии «углерод под землю»



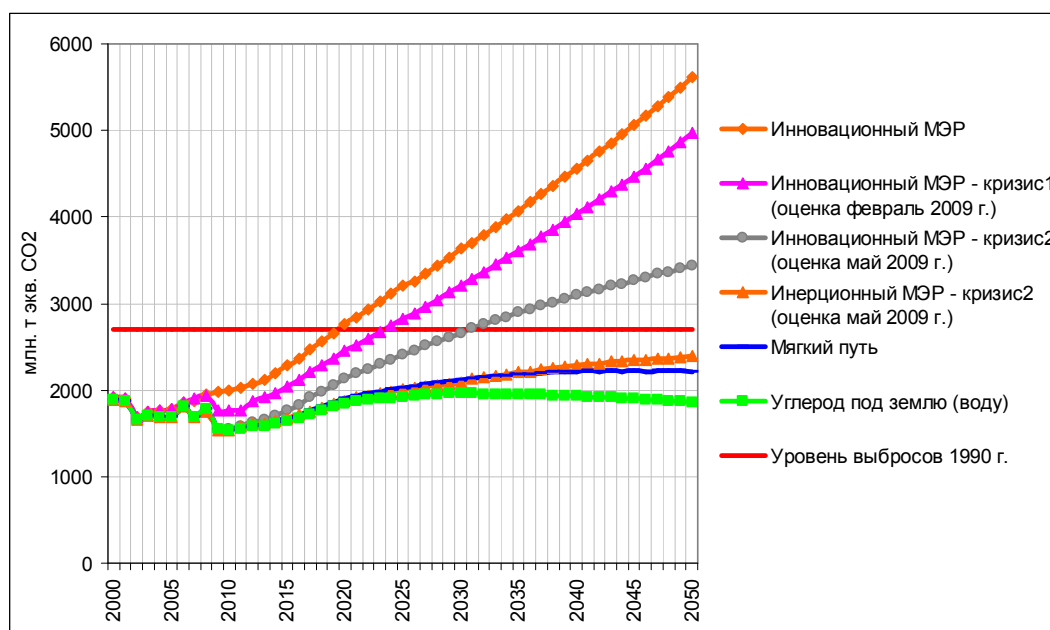
Источник: И.А. Башмаков. Низкоуглеродная Россия: перспективы после кризиса. Вопросы экономики. № 10. 2009. сс. 107-120.

Показатели автономного (от динамики цен) технического прогресса в повышении энергоэффективности приняты в двух вариантах: базовый и высокий – для сценария «мягкий путь»⁹. Для прогноза этих индикаторов использовалась система вспомогательных моделей, определяющих динамику параметров энергоемкости в электро- и теплоэнергетике, промышленности, на транспорте, в секторе услуг и жилищной сфере.

Динамика выбросов ПГ. Из-за кризиса траектория динамики выбросов и выход на уровень 1990 г. отодвигаются во времени. Согласно первым оценкам глубины кризиса, этот сдвиг составлял 3-4 года (рис. 3.5). Исходя из более реалистичных оценок, сдвиг увеличивается до 10-11 лет по сравнению с докризисными оценками. Другими словами, *Россия гарантированно и с огромным запасом выполняет свои обязательства по Киотскому протоколу.*

⁹ См. подробнее: Башмаков И. Российский ресурс энергоэффективности: масштабы, затраты и выгоды // Вопросы экономики. 2009. № 2; Bashmakov I. Resource of Energy Efficiency in Russia: Scale, Costs and Benefits // Energy Efficiency. 2009. Special Issue.

Рисунок 3.5 Траектории выбросов трех ПГ в 2000-2050 гг. для 6 сценариев



Источник: И.А. Башмаков. Низкоуглеродная Россия: перспективы после кризиса. Вопросы экономики. № 10. 2009. сс. 107-120.

Основные выводы работы послужили в качестве рекомендаций по позиции России в Копенгагене:

- ❖ Россия с большим запасом выполнит свои обязательства по Киотскому протоколу;
- ❖ на период 2013-2017/2020 гг. Россия может гарантированно сохранить такие же обязательства, какие она взяла на себя в рамках Киотского протокола: не превышать средний уровень выбросов 1990 г.;
- ❖ формулировка более жестких обязательств должна звучать несколько иначе, чем для других стран: «Не *снижать* выбросы на хх%, а *удерживать* их на уровне хх% ниже значения 1990 г.». При этом выбросы в нашей стране могут к 2017/2020 гг. даже несколько возрасти. Иными словами, если большинство стран идет к цели «сверху вниз», то Россия может двигаться к ней «снизу вверх»;
- ❖ еще точнее посткиотские обязательства России можно сформулировать следующим образом: «*Удерживать среднегодовые выбросы в 2013-2017/2020 гг. на уровне хх% ниже значения 1990 г. с учетом накопленных в 2008-2012 гг. нереализованных квот на выбросы*»;
- ❖ согласно «инновационному МЭР + кризис2» сценарию, годовые выбросы трех ПГ в России не превысят уровня 1990 г. вплоть до 2031 г., а среднегодовые (Киотский протокол устанавливает ограничения именно на среднегодовые выбросы) – даже за пределами 2050 г. Средний уровень выбросов составит в 2013-2017 гг. по трем ПГ 1776 млн. т CO_{2-экв} (1882 млн. т CO_{2-экв} в среднем в 2013-2020 гг.), что на 34% (30%) ниже уровня 1990 г.;
- ❖ российская «парниковая подушка безопасности» составит к 2050 г. 30-37 млрд. т CO_{2-экв}, что равнозначно 111-140% глобальной эмиссии CO₂ в 2005 г.;

- ❖ с использованием механизма «подушки безопасности» Россия может взять на себя на период до 2020 г. одно из пяти обязательств: удерживать среднегодовой уровень эмиссии в 2013-2017/2020 гг. на 5% ниже уровня 1990 г., на 10, на 15, на 20 и даже на 25%. Три первых обязательства до 2020 г. можно выполнить и без «подушки безопасности». Это дает России большой запас гибкости на переговорах по посткиотским соглашениям;
- ❖ возможная траектория создания «низкоуглеродной» России – максимальное торможение роста выбросов до 2030 г. и удержание их на уровне ниже 1990 г. вплоть до 2040 г. с последующим постепенным снижением объема выбросов;
- ❖ при цене углерода на уровне 30-50 евро/т CO_{2-экв.} выбросы ПГ в 2050 г. можно удерживать на уровне 75% от показателя 1990 г., а при использовании технологии улавливания и захоронения углерода – на уровне 70%;
- ❖ чтобы гарантированно выполнить обязательство удерживать среднегодовой уровень эмиссии в 2013-2017/2020 гг. на 25-30% ниже уровня 1990 г. только по выбросам в секторе «энергетика», потребуются дополнительные усилия по повышению энергоэффективности и наращиванию выработки электроэнергии на нетопливных станциях;
- ❖ реализация потенциала энергосбережения, ускоренное развитие возобновляемых источников энергии, запущенные механизмы повышения цен на топливо и либо введение налога на углерод в топливе, либо формирование рынка торговли квотами позволят стабилизировать эмиссию и обеспечить ее последующее снижение.

В докризисных прогнозах зона неопределенности динамики выбросов ПГ до 2050 г. была разделена на четыре сегмента¹⁰. Зона для семейства прогнозов «Дорога Сизифа» с уровнем эмиссии более 4200 млн т CO_{2-экв.} на основе анализа непротиворечивости допущений и результатов прогнозных расчетов была признана наименее вероятной. Кризис снял последние сомнения в адекватности такой оценки. В итоге, зона неопределенности динамики выбросов до 2050 г. оказалась разделенной на три сегмента (рис. 3.6).

Первый сегмент – «зона неопределенности базовой линии» – окаймлен траекториями выбросов для сценариев «инновационный МЭР + кризис1» и «инновационный МЭР + кризис2». Поскольку использованный модельный комплекс не содержит всех необходимых формализованных обратных связей, отражающих влияние развития энергетического комплекса на экономический рост, эта зона неопределенности расширяется по мере удаления в будущее. Этому же способствует и повышение неопределенности технологического прогресса, параметров развития мировой экономики и ряда других макроэкономических индикаторов.

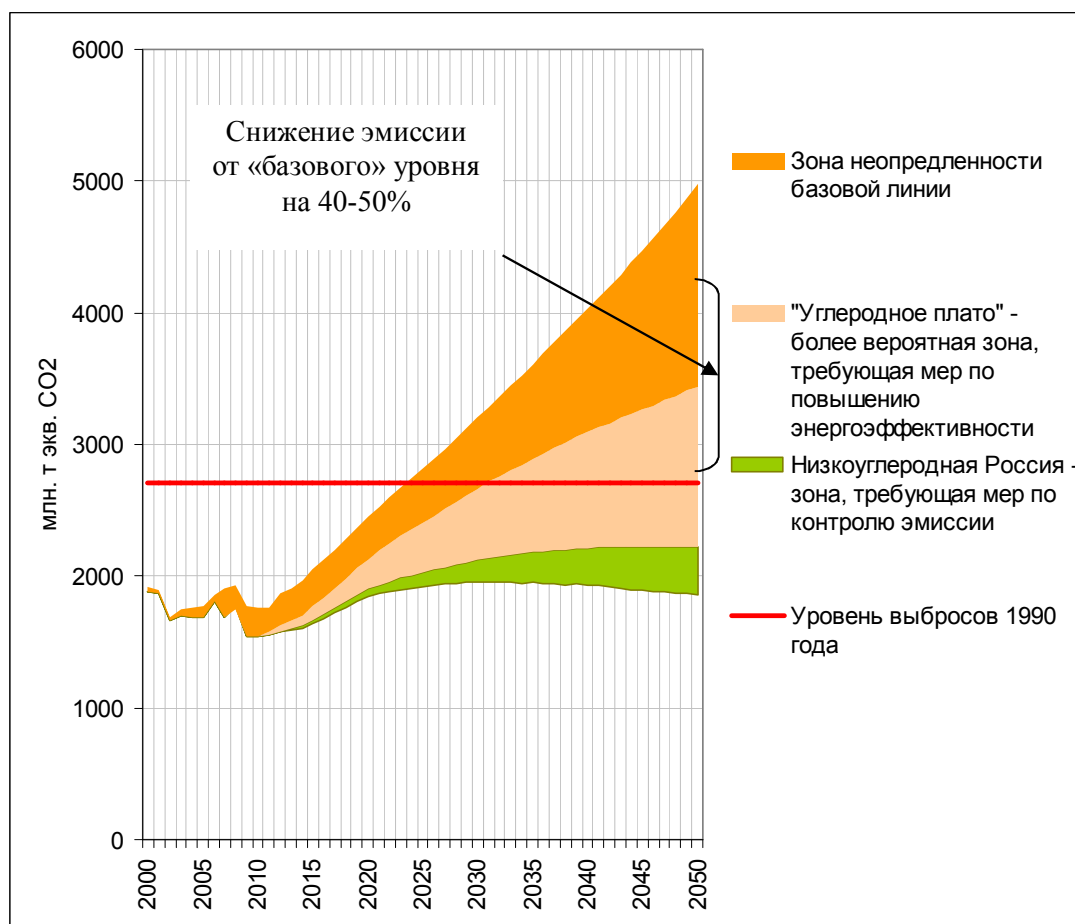
Зона «Углеродное плато» определяется сверху сценарием «инновационный МЭР + кризис2», а снизу – сценарием «мягкий путь». Последний предполагает, что технический потенциал повышения эффективности использования энергии¹¹ к 2030 г. реализуется полностью, а затем до 2050 г. продолжится модернизация энергопотребляющего оборудования и объектов на основе технических инноваций с прежней интенсивностью. Такой путь удовлетворения потребностей страны в энергии в 3 раза менее капиталоемкий, поэтому он в существенно меньшей мере, чем развитие капиталоемких отраслей ТЭК,

¹⁰ См.: Башмаков И.А. Низкоуглеродная Россия: 2050 год.

¹¹ См.: Башмаков И. Российский ресурс энергоэффективности: масштабы, затраты и выгоды.

сдерживает экономический рост. В «инновационном» сценарии энергоемкость ВВП в 2007-2050 гг. снижается на 2,7% в год. В сценарии «мягкий путь» указанный процесс ускоряется до 3,5%, для чего необходима агрессивная и результативная политика повышения энергоэффективности. За счет ускоренного повышения энергоэффективности даже при более низких ценах на энергоносители к 2050 г. практически удается нейтрализовать рост эмиссии, и график эмиссии ПГ может выйти на плато на уровне на 18% ниже показателя 1990 г. (рис. 3.6).

Рисунок 3.6 Три посткризисных семейства сценариев динамики выбросов ПГ в 2000-2050 гг.



Источник: И.А. Башмаков. Низкоуглеродная Россия: перспективы после кризиса. Вопросы экономики. № 10. 2009. сс. 107-120.

Последняя зона — «Низкоуглеродная Россия» — охватывает семейство сценариев, в которых реализуется специальный набор мер по снижению выбросов. В этой зоне они не достигают уровня 1990 г. и после выхода на плато начинают снижаться. Снижение высоты плато и последующее уменьшение выбросов достигаются за счет мер специальной политики по контролю эмиссии ПГ: введение цены на углерод либо в системе торговли выбросами, либо в качестве специального налога; развитие производства жидкого биотоплива; наращивание производства электрической и тепловой энергии на АЭС, ГЭС и НВИЭ; контроль за эмиссией шахтного метана и уменьшение сжигания попутного газа; внедрение технологии улавливания и захоронения углерода на электростанциях. Анализ показывает, что роль электроэнергетики в структуре выбросов и политике их контроля существенно возрастет, особенно после 2025 г.

Политика ограничения выбросов ПГ и экономический рост. Анализ данных прогноза до 2050 г. по сценариям «инновационный МЭР + кризис» показал, что даже при высоких уровнях добычи природного газа его потребление в России будет расти так быстро, что не позднее 2022 г. чистый экспорт газа из России начнет систематически сокращаться, а в 2048 г. страна станет его чистым импортером. Однако в связи с существенным падением экспортных цен на газ капитальные вложения в наращивание его добычи могут быть меньше необходимых, а значит, превращение России в импортера природного газа может произойти еще раньше, несмотря на рост использования угля почти в два раза в 2008-2050 гг. В этом же сценарии даже при высоких уровнях добычи нефти ее экспорт «пикирует» вниз после 2020 г., а экспорт нефтепродуктов также сначала заметно падает, и только после 2043 г. это падение немного стабилизируется.

Существенное падение доходов от экспорта нефти и природного газа по мере снижения их добычи при динамичном росте внутреннего потребления обуславливает сужение базы для инвестиций, формирование дефицита платежного баланса и госбюджета, что ведет к росту инфляции и ослаблению рубля. Как следствие, снижаются потенциальные темпы экономического роста по сравнению с принятыми в сценариях. Вопрос в том, успеет ли Россия до 2020 г. создать инновационную экономику таких масштабов, которые смогут компенсировать падение доходов от нефтегазового сектора. К сожалению, на это может потребоваться больше времени. Расчет на модели RUS-DVA-ECON-2050 показывает, что при заданных в рассматриваемом сценарии уровнях добычи нефти и газа, их потребления и экспорта темпы роста ВВП существенно замедляются. В результате динамика ВВП в 2008-2050 гг. характеризуется «инерционным» сценарием (постепенное снижение темпов роста ВВП с 4% в 2010 г. до 2% в 2050 г. (рис. 3.3). Именно это и происходит в реальности. В этом случае эмиссия ПГ вплоть до 2050 г. не превышает уровня 1990 г. даже без применения специальных мер по контролю за ней.

Реализацию параметров докризисного сценария «инновационный МЭР» с сохранением исторических (средних за 2000-2007 гг.) ограниченных темпов технологического повышения энергоэффективности и развития нетопливной энергетики после 2020 г. следует считать *практически невероятной*. При таких условиях темпы роста экономики неизбежно падают, а вслед за ними и потребности в топливе.

Существует экономический закон стабильности отношения расходов на энергию к доходу (ВВП). В соответствии с ним превышение верхней границы узкого диапазона устойчивости доли расходов на энергию относительно дохода приводит к снижению экономической активности, то есть к замедлению экономического роста¹². В 2007-2008 гг. он наглядно проявился в торможении американской, европейской и мировой экономики в связи с резким подорожанием энергии. Применительно к России это означает, что на каждый процент роста отношения расходов на энергию к ВВП (за пределами этого порога) его потенциальный темп роста будет снижаться на 0,1%. С учетом сказанного темп роста ВВП России может снизиться до 1,5% в 2050 г., что даже ниже показателей «инерционного» сценария.

Перейти к политике сценариев «Низкоуглеродная Россия», или «экологическому варианту» развития, необходимо не позднее 2020-2030 гг., иначе экономический рост будет тормозиться из-за нехватки и высокой стоимости энергии. Ошибочно мнение, что реализация «экологического варианта» может замедлить рост ВВП. Напротив, отказ от него будет тормозить экономический рост.

¹² Bashmakov I. Three Laws of Energy Transitions.

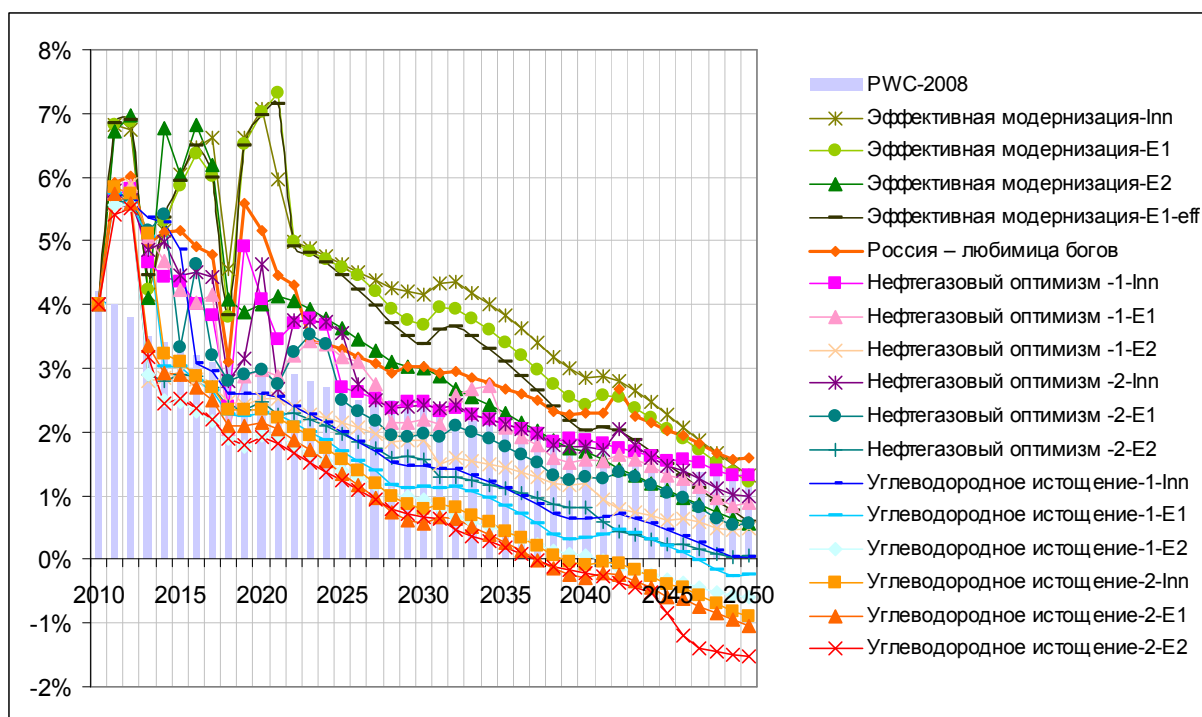
3.3 И.А. Башмаков. Будет ли в России экономический рост в середине XXI века? Вопросы экономики, № 3, 2011. Сс. 20-39; Материалы семинара «Экономические проблемы энергетического комплекса». Издательство ИНП. М. 2012. 53 с.

Горизонт прогноза: 2010-2050 гг.

Модели. Комплекс моделей ENERGYBAL-GEM-2050 и RUS-DVA-2050. Последняя модель – это двухсекторная четырехпродуктовая модель, которая делит экономику на нефтегазовый сектор (добыча, переработка, транспортировка и продажа сырой нефти, нефтепродуктов и природного газа) и не-нефтегазовый (прочая экономика). В ней есть блоки производства ВВП, совокупного спроса, платежного баланса, консолидированного бюджета и цен. Модель имеет годовой шаг и горизонт прогноза до 2050 г. Основными экзогенными параметрами модели выступают численность занятых, объемы добычи нефти и газа, а также первичной переработки нефти, ее экспортные цены и внутренние цены на природный газ.

Макроэкономические допущения прогноза. Рост ВВП не задается, а определяется на основе модельных расчетов (рис. 3.7). Рассматриваются четыре сценария, ограничивающие возможные зоны динамики добычи сырой нефти, газа, выработки электроэнергии на АЭС и ГЭС. Во всех сценариях добыча нефти достигает пика на горизонте до 2040 г. и затем снижается. В отношении динамики *цен на нефть* были приняты три сценария. Они базировались на сценарных условиях, подготовленных МЭР осенью 2010 г., в которых была задана циклическая траектория цен до 2030 г. Мы пролонгировали три сценария МЭР до 2050 г. на основе определения тренда и циклических отклонений от него.

Рисунок 3.7 Темпы прироста ВВП в сценариях прогноза (в %)



Источник: И.А. Башмаков. Будет ли в России экономический рост в середине XXI века? Вопросы экономики, № 3, 2011.

При фиксированных объемах добычи углеводородов важным фактором, определяющим перспективы их экспорта, выступает внутреннее потребление. Оно зависит от интенсивности реализации политики в области повышения энергоэффективности. Повышение энергоэффективности за счет действия внепрограммных факторов соответствует базовому прогнозу, а успешная реализация мер Государственной программы – высокому. Соответствующие параметры переносятся на период после 2020 г. В зависимости от сочетания условий были рассмотрены 17 сценариев.

В сценарии «Россия – любимица богов» приняты самые благоприятные для нашей страны допущения об изменении основных сценарных переменных. В этом сценарии добыча нефти снижается только после 2040 г., поэтому темпы прироста нефтегазового ВВП (НГВВП) в 2041-2050 гг. становятся отрицательными, что сказывается на динамике всего ВВП. Темпы прироста не-нефтегазового ВВП (ННГВВП) в среднем за период равны 3,7%. Динамика производительности труда в этом секторе постепенно замедляется: с 5% в 2011-2020 гг. до 2,7% в 2041-2050 гг. Однако на всем интервале она превышает средние темпы прироста производительности труда в прогнозе РwС для стран «большой семерки» (1,9% в год в 2007-2050 гг.). Вместе с тем, возможности реализовать допущения, на которых выстроен данный сценарий, на практике ограничены: здесь одновременно требуются высокие цены на нефть на фоне высокого уровня добычи нефти и газа плюс успешная модернизация. В расчетах на 2011-2015 гг. не учтены ограничения по добыче газа из-за избытка его предложения как на международных рынках, так и на внутреннем. Поэтому потенциальные темпы роста ВВП и доходы бюджета на ближайшую перспективу в этом сценарии выше, чем ожидают МЭР и многие экспертные группы. Но даже в более отдаленной перспективе маловероятно, что емкость мировых рынков газа будет достаточной для ежегодного поглощения 400-500 млрд. м³ российского газа. МЭА оценивает спрос на российский газ на уровне 225 млрд. м³ в 2020 г. и 311 млрд. м³ в 2035 г.¹³

Только некоторые сценарии семейства «нефтегазовый оптимизм» внушают хоть какой-то оптимизм. При низких ценах на нефть в сценарии «нефтегазовый оптимизм-1» Россия в конце 2040-х годов сталкивается с риском практической остановки экономического роста. В этом плане Россия очень уязвима к ценовой политике ОПЕК.

Может ли быть хуже? К сожалению, да. В семействе сценариев под общим названием «углеводородное истощение» заложены пессимистические допущения о динамике добычи нефти и газа. Углеводородное истощение сводит на нет экономический рост, и российская экономика начинает «катиться под гору». При динамичном снижении добычи нефти складывается ситуация (в сценарии «углеводородное истощение-2», в зависимости от динамики цен на нефть, с 2032-2037 гг., а в сценарии «углеводородное истощение-1», при средних и низких ценах на нефть, с 2045-2048 гг.), когда Россия будет вынуждена импортировать либо нефть для переработки, либо готовые нефтепродукты, либо и то, и другое. С этого момента высокие цены на нефть перестают быть однозначным благом для нашей страны.

В семействе сценариев «эффективная модернизация» в отношении объемов добычи углеводородов сохраняются допущения группы сценариев «углеводородное истощение-1», но приняты гипотезы об изменении модели экономического роста за счет повышения производительности основных факторов производства. Для труда и повышения энергоэффективности использованы такие же параметры, как в сценарии «Россия – любимица богов». Зависимость темпов роста ВВП от динамики цен на нефть для указанной группы сценариев намного слабее (рис. 3.7). Это связано с существенным

¹³ IEA World Energy Outlook 2010.

снижением доли нефтегазового ВВП до уровня, близкого к 10%, уже к 2017-2024 гг. Среднегодовые темпы прироста ВВП превышают 3%. Правда, сохраняется тенденция к падению темпов роста как ВВП, так и не-нефтегазового ВВП. Однако сами темпы роста выше, чем в прогнозе РwС. Ускоренное снижение энергоемкости позволяет повысить среднегодовые темпы прироста ВВП на 0,2%, а ННГВВП – на 0,3%.

В этой группе сценариев Россия начинает импортировать нефть и нефтепродукты в 2046-2048 гг. Чтобы этого избежать, а тенденцию к падению темпов роста ВВП сделать менее выраженной, необходимо не только повышать энергоэффективность, но и замещать жидкое топливо другими видами энергоносителей. Снизить потребность в нем можно за счет производства биотоплива, перевода автомобилей на сжатый газ, широкого использования гибридных и электромобилей. Если в 2040-е годы благодаря этим мерам, а также использованию других возобновляемых и альтернативных источников энергии, удастся снизить потребление нефтепродуктов в среднем на 40 млн т, то темпы роста ВВП повысятся в среднем на 0,2% в год.

На горизонте до 2020 г. и даже до 2030 г. вырисовывается лишь проблема снижения темпов экономического роста по сравнению с докризисными (рис. 3.7). Только при более долгосрочном анализе правомерна постановка вопроса: будет ли экономический рост в России в середине XXI века? Положительный ответ на него возможен, если удастся предотвратить обвальное падение добычи нефти. Чтобы в 2040-е годы темпы прироста ВВП превышали в среднем 1% в год, необходимы либо динамичный рост цен на нефть, либо успешная модернизация. При складывающейся демографической ситуации обеспечить в 2040-е годы более высокие, чем 2% в год, темпы прироста ВВП можно при *одновременном* поддержании высоких или средних цен на нефть, предотвращении обвального падения добычи нефти и проведении эффективной модернизации. Первый параметр российское правительство не контролирует. Двумя другими в определенной мере можно управлять.

Многие направления модернизации уже осознаны, озвучены, предпринимаются первые шаги по их реализации. Однако задача в том, чтобы лексический конструктор понятий модернизации превратить в набор правильных действий, которые дадут необходимые результаты. При нынешней культурной традиции России, выраженной формулой *«нацеленность на выживание разобщенных индивидов, ориентированных на решение тактических проблем и плохо представляющих, что их ждет в будущем»*¹⁴, и при базовых ценностях, определяемых формулой *«высокая ценность безопасности и защиты со стороны государства при слабой приверженности ценностям новизны, творчества, свободы, самостоятельности и риску»*¹⁵, трудно сформировать дееспособные коалиции для своевременного осуществления основных направлений модернизации. Без нее нельзя даже полностью реализовать потенциал догоняющего развития, не говоря уже о переходе к развитию на технологической границе, что требует инновационной среды и культуры, включающих демократизацию, минимизацию коррупции и бюрократизма, развитие конкуренции во всех сферах. Альтернативы нет. Без эффективной модернизации в середине XXI века в России экономического роста не будет!

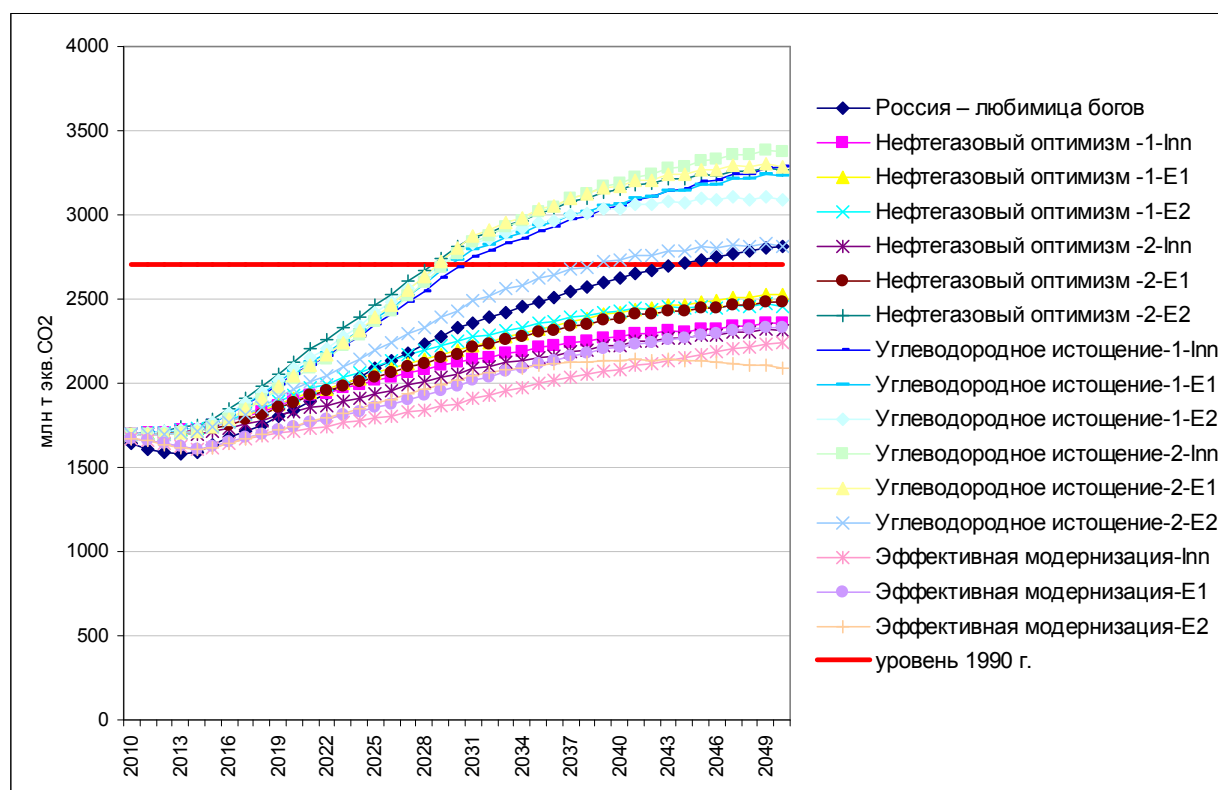
Экономический рост и динамика выбросов ПГ. В работе «Будет ли в России экономический рост в середине XXI века?» (материалы семинара «Экономические проблемы энергетического комплекса». Издательство ИМП. М. 2012) рассмотрены траектории выбросов ПГ в секторе «энергетика», соответствующие рассмотренным выше

¹⁴ Башмаков И. Россия 2050 // Вопросы экономики. 2008. № 8.

¹⁵ Магун В., Руднев М. Базовые ценности россиян и других европейцев (по материалам опросов 2008 года) // Вопросы экономики. 2010. № 12.

сценариям макроэкономического прогноза. Заметим, что они не предполагают реализацию специальных мер политики по снижению выбросов ПГ, а только отражают ограничения на возможности развития экономики России по разным моделям экономического роста. Во многих сценариях, в т.ч. в сценариях успешной модернизации, даже без специальных мер политики снижения выбросов парниковых газов они остаются ниже уровня 1990 г. до 2050 г. (рис. 3.8).

Рисунок 3.8 Динамика выбросов трех порождаемых энергетикой парниковых газов в сценариях прогноза

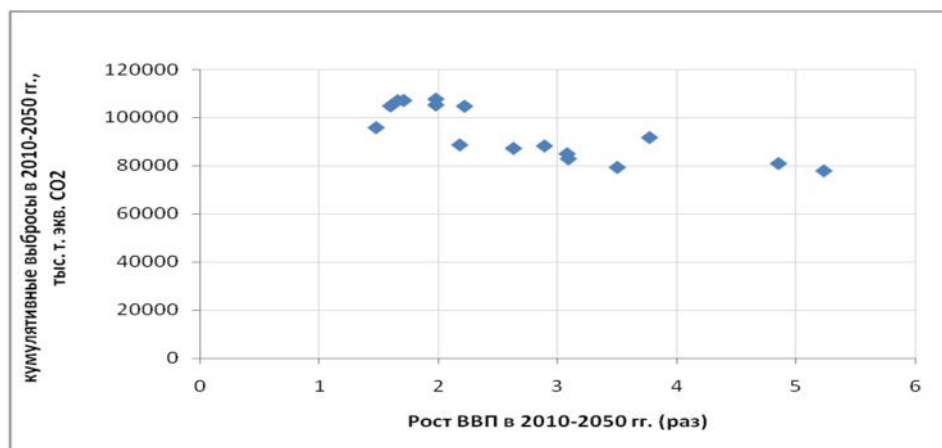


Источник: И.А. Башмаков. Будет ли в России экономический рост в середине XXI века? (материалы семинара «Экономические проблемы энергетического комплекса». Издательство ИПП РАН. М. 2012)

Ни в одном сценарии выбросы ПГ не превышают 3500 тыс. т $\text{CO}_2\text{-экв.}$ Положительную зависимость кумулятивных выбросов парниковых газов в 2011-2050 гг. от темпов экономического роста установить не удалось (рис. 3.9). Существует, скорее, обратная зависимость. Более динамичный экономический рост возможен при успехе модернизации экономики, и он сопровождается меньшими выбросами.

При привязке внутренней цены газа к ценам мирового рынка и при существенном снижении доходов от экспорта нефти и газа рубль обесценивается, и внутренние цены газа растут существенно быстрее цен на электроэнергию и уголь, что ведет к росту потребления последних и росту выбросов. На самом деле, обеспечить кратный рост добычи угля не удастся, и поэтому вероятность реализации сценариев «углеводородное истощение» невелика.

Рисунок 3.9 Сравнение кумулятивных выбросов парниковых газов и кратности роста ВВП в 2010-2050 гг.



Источник: И.А. Башмаков. Будет ли в России экономический рост в середине XXI века? (материалы семинара «Экономические проблемы энергетического комплекса». Издательство ИНИП РАН. М. 2012).

Из этого анализа следует:

- ✓ ни при каких условиях до 2050 г. выбросы ПГ не превысят 3500 тыс. т CO₂-экв. Анализ доказывает естественное «вымирание» прогнозов с более высокими уровнями выбросов трех ПГ в секторе «энергетика» в середине века;
- ✓ вероятность того, что в сценариях без применения специальных мер по контролю за выбросами до 2050 г. будет превышен уровень выбросов 1990 г., крайне мала. Другими словами, маловероятно, что к 2050 г. выбросы ПГ превысят уровень 2700 тыс. т CO₂-экв.;
- ✓ неудача с модернизацией экономики и повышением производительности всех факторов производства приведет не к росту выбросов, а к снижению темпов экономического роста;
- ✓ переход к низкоуглеродной экономике и энергетике является не тормозом, а спасителем экономического роста в России;
- ✓ плата за неуспешную модернизацию в «десятих» годах – потеря способности экономики к расширенному воспроизводству в «сороковых», а возможно, даже и в «тридцатых» и превращение экономики России в экономику «шагреновой кожи» с устойчивым снижением ВВП;
- ✓ важным аспектом модернизации является переключение внимания с внешних на внутренние факторы роста, на переход от экономики «шагреновой кожи» к формированию основ самоподдерживающего роста.

4 Прогнозы ИНП РАН

4.1 ИНП РАН. Ю.В.Синяк. (2008). Сценарии долгосрочного развития ТЭК России и прогнозы выбросов CO₂. Возможная стратегия России по сокращению накопления CO₂ в атмосфере. Материалы семинара «Экономические проблемы энергетического комплекса». 27.03.2007. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. М. 2008. сс. 6-45.

Горизонт прогноза 2000-2060. Это первая опубликованная работа с горизонтом прогноза до 2060 г.

Модель. В публикации подробно не описана. Модель оптимизирует затраты на развитие ТЭК при задании экологических и ресурсных (по энергоносителям) ограничений. Сравнительно детально в модели описан именно сам ТЭК. Сектора потребления энергии подробно не рассматриваются. Технологический аспект рассматриваются только для отраслей ТЭК.

Количество сценариев. Рассматривается три сценария:

- ✓ Без ограничений на выбросы CO₂;
- ✓ Сохранение выбросов CO₂ на уровне 1990 г.;
- ✓ Снижение выбросов на 35-40% к 2060 г.

Макроэкономические допущения прогноза основаны на данных «Долгосрочного прогноза развития экономики России на 2007-2030 гг. (по вариантам)», подготовленного ИНП РАН в 2007. На период 2031-2060 гг. параметры этого прогноза были экстраполированы. Блок макроэкономических допущений один на все три сценария. В прогнозе заданы очень высокие темпы роста ВВП: в среднем в 2000-2060 гг. ВВП растет на 6,5% в год (табл. 4.1).

Если принять довольно оптимистичное допущение о росте производительности труда в среднем на 4% в год, то получается, что численность занятых для такого сценария развития в 2000-2060 гг. должна вырасти в 4 раза - до 260 млн. чел. Но это почти двукратно превышает заданную в сценарии численность населения на 2060 г. – 140 млн. чел. То есть, прогноз исходит из существенно более оптимистических (и в силу этого не очень обоснованных) допущений о росте производительности труда.

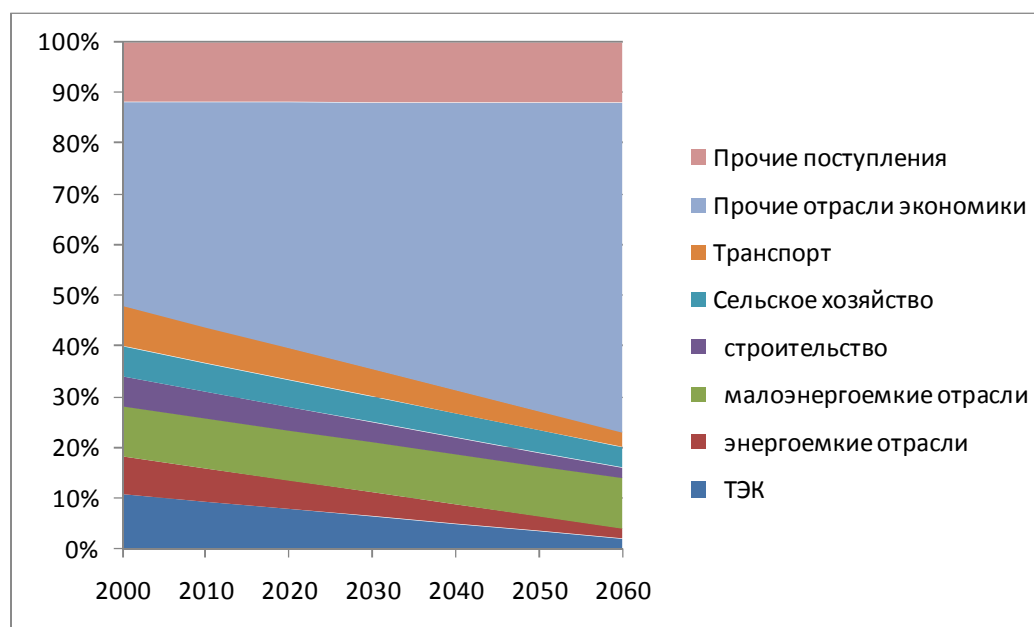
Темпы роста прочих секторов не задаются. Задается эволюция структуры ВВП (рис. 4.1). В ней динамично растет доля прочих отраслей экономики (читай в основном сферы услуг), то есть планируется сохранение динамичных структурных сдвигов. Расчет на основе данных по структуре ВВП приводит к тому, что для обеспечения их заданной интенсивности темпы роста в ТЭК после 2050 г. должны стать отрицательными, а для энергоемких отраслей промышленности приблизиться к нулю (табл. 4.1).

Таблица 4.1 Макроэкономические допущения прогноза ИНП РАН

	2010	2020	2030	2040	2050	2060
Население	141,6	136	138	140	140	140
Среднегодовой темп прироста ВВП	7,5%	8,2%	7,7%	6,4%	5,0%	4,0%
Промышленность и строительство	6,5%	7,1%	6,5%	5,0%	3,5%	2,2%
ТЭК	5,9%	6,4%	5,5%	3,7%	1,4%	-1,5%
энергоемкие отрасли	6,1%	6,6%	5,8%	4,1%	2,2%	0,1%
малоэнергоемкие отрасли	7,5%	8,2%	7,7%	6,4%	5,0%	4,0%
строительство	6,2%	6,8%	6,1%	4,5%	2,7%	1,1%
Сельское хозяйство	6,9%	7,6%	7,0%	5,7%	4,3%	3,2%
Транспорт	6,3%	6,9%	6,2%	4,7%	3,0%	1,5%
Прочие отрасли экономики	8,5%	9,2%	8,6%	7,2%	5,7%	4,7%
Прочие поступления	7,5%	8,2%	7,7%	6,4%	5,0%	4,0%

Источник: Рассчитано по Ю.В.Синяк. Сценарии долгосрочного развития ТЭК России и прогнозы выбросов CO₂. Возможная стратегия России по сокращению накопления CO₂ в атмосфере. Материалы семинара «Экономические проблемы энергетического комплекса». 27.03.2007. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. М. 2008. сс. 6-45.

Рисунок 4.1 Макроэкономические допущения прогноза ИНП РАН



Источник: Ю.В.Синяк. Сценарии долгосрочного развития ТЭК России и прогнозы выбросов CO₂.

По нашему мнению, среднегодовые темпы роста заданы завышенными как по экономике в целом, так и по таким ее секторам как сельское хозяйство. Не ясно, почему темпы роста в строительстве существенно ниже, чем темпы роста ВВП на всем интервале до 2060 г. Поскольку прогноз основан на данных «Долгосрочного прогноза развития экономики России на 2007-2030 гг. (по вариантам)», а в нем предполагаются как рост нормы накопления основного капитала, так и рост капиталоемкости, то данное допущение не

логично. Это возможно только в случае существенного роста производительности всех факторов производства на основе уже накопленного объема основного капитала. Но в прогнозе капиталоемкость растет.

Темпы снижения энергоемкости. В модели, по-видимому, динамика энергоемкости задается по секторам. Для всех трех сценариев ее снижение получается близким 5% в год. Это логичное допущение при столь интенсивных структурных сдвигах. Однако это также означает, что ресурс энергоэффективности полностью исчерпывается уже в первом сценарии и в сценариях с более существенными ограничениями на выбросы эти задачи решаются только за счет изменения структуры ТЭК, тогда как в прошлом они решались преимущественно за счет повышения энергоэффективности у конечных потребителей. Совсем небольшое опережение снижения энергоемкости ВВП в сценарии со снижением выбросов на 35-40% к 2060 г., видимо, получается за счет более динамичного повышения доли газовой генерации, эффективность которой выше угольной. Темпы снижения электроемкости получаются равными 2,5-3,5% в год. При столь высоких темпах роста экономики – это корректное допущение.

Рост потребления конечной энергии. Потребление конечной энергии растет в сценариях прогноза с 410 млн. тнэ в 2000 г. до 881-1005 млн. тнэ в 2030 г. и до 1066-1107 млн. тнэ в 2060 г., или на 3-2,6% в 2000-2030 гг. и на 0,3-0,6% в 2031-2060 гг. Резкое замедление роста после 2030 г. связано со снижением темпов роста экономики при практическом сохранении темпов снижения энергоемкости.

Рост производства и потребления электроэнергии. Доля электроэнергии в конечном потреблении энергии устойчиво растет, что приводит к повышению потребления и производства электроэнергии до соответственно 2850-3370 млрд. кВт-ч и 2845-3905 млрд. кВт-ч в 2030 г. и 4950-5325 млрд. кВт-ч и 4915-6245 млрд. кВт-ч в 2060 г. (табл. 4.2). То есть потребление и производство электроэнергии будет расти примерно на 4-5% в 2000-2030 гг. и на 1,5-2% в 2031-2060 гг. При этом душевое потребление электроэнергии вырастет до 35-45 тыс. кВт-ч, или в 6-7 раз. Заметим, что в странах ОЭСР этот показатель сегодня равен примерно 8,5 тыс. кВт-ч и за последние 40 лет он вырос только в два раза.

Таблица 4.2 Объемы производства и потребления электроэнергии в прогнозе ИНП РАН

	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060
Производство электроэнергии	878	1299	1923	2845	3414	4096	4915
ТЭС	878	1444	2375	3905	4567	5340	6245
ГЭС	579	687	815	967	1113	1281	1475
АЭС	579	948	1551	2538	2756	2991	3247
НВЭИ	169	213	270	341	306	274	246
	169	243	352	508	483	459	437
	130	216	360	600	790	1040	1370
	130	216	358	595	914	1405	2160
	0	6	73	936	1170	1461	1825
	0	4	31	264	303	349	400
Потребление электроэнергии	864	1286	1914	2850	3426	4118	4950
	864	1360	2140	3368	3924	4571	5325

Источник: Ю.В.Синяк. Сценарии долгосрочного развития ТЭК России и прогнозы выбросов CO₂.

Динамичнее всего растет выработка электроэнергии на НВЭИ и на АЭС. В последнем случае объемы выработки растут в 10-17 раз в 2000-2060 гг. Несмотря на это, при очень

высоких темпах роста производства электроэнергии приходится все же увеличить выработку на ТЭС в 2,5-5,6 раза. Доля нетопливных источников энергии (ГЭС, АЭС и НВЭИ) в потреблении первичной энергии растет до 19-24% в 2030 г. и до 35-52% в 2060 г. при том, что в 2000 г. она была равна 8,6%.

Рост производства первичной энергии. В публикации приведены отдельные данные о производстве первичной энергии. Оно растет до 1745-1950 млн. тнэ к 2040 г., а затем начинает снижаться до 1535-1631 млн. тнэ к 2060 г. При этом добыча нефти достигает пика в 2025-2030 гг. на уровне 454-575 млн. т и затем снижается до 280-305 млн. т к 2060 г., а добыча природного газа достигает пика в 2030 г. (850-855 млрд. м³) и затем снижается до 560-590 млрд. м³ к 2060 г. Кумулятивное потребление нефти в 2000-2060 гг. (с учетом обеспеченности добычи в 2060 г. на 20 лет) равно 31-33 млрд. т, что больше оценки извлекаемых разведенных запасов даже с вероятностью менее 5% (32,4 млрд. т). Это, видимо, и определило выход добычи на пик и последующее ее снижение. Однако, поскольку кумулятивная добыча намного выше приведенной оценки запасов, то, по-видимому, пик добычи нефти должен быть на существенно более низком уровне. Что касается природного газа, то его кумулятивная добыча (с учетом обеспеченности добычи в 2060 г. на 20 лет) равна 28-30 трлн. м³, или 67% от располагаемых ресурсов с вероятностью обнаружения свыше 50%. По этой причине добыча газа выходит на пик и затем начинает снижаться.

Производство энергии на НВЭИ растет до 25-150 млн. тнэ в 2030 г. и до 65-245 млн. тнэ в 2060 г. (в работе не сказано как ведется их пересчет в условное топливо). Производство электроэнергии на АЭС растет до 600-695 млрд. кВтч в 2030 г. и до 1370-2160 млрд. кВтч в 2060 г.

Рост потребления первичной энергии. В публикации не приведены данные о потреблении первичной энергии и способе ее учета, но есть данные о потреблении первичной энергии на душу населения и данные по динамике энергоемкости. На этой основе получена оценка масштаба ее потребления: 1130-1186 млн. тнэ в 2030 г. и 1200-1485 млн. тнэ в 2060 гг. Рост потребления первичной энергии равен в среднем 2,3-2,4% до 2030 г. и 0,2-0,7% после 2030 г.

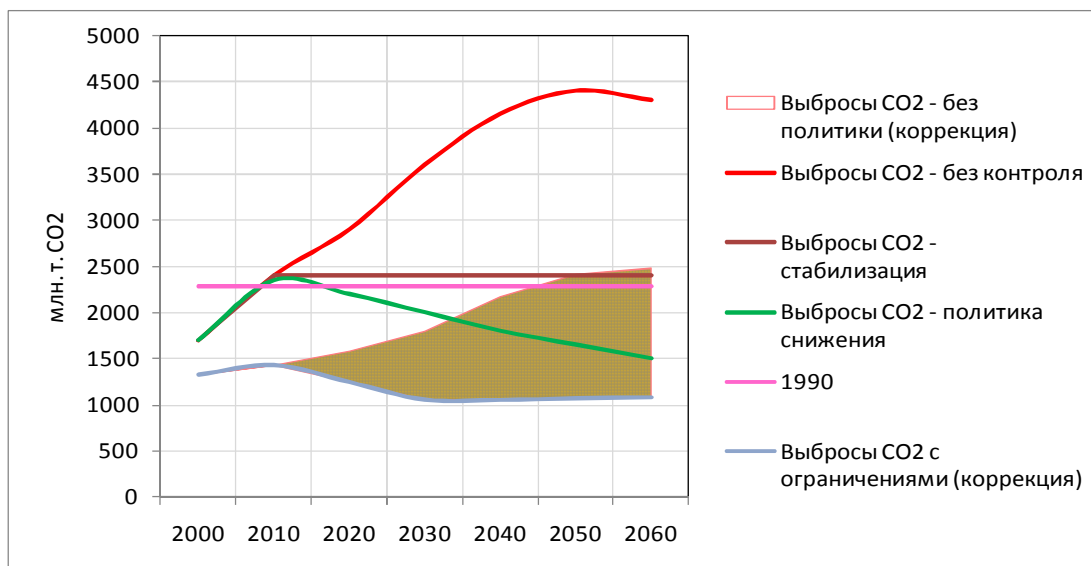
Динамика выбросов CO₂. Уровень выбросов 1990 г. достигается сразу после 2010 г. Выбросы CO₂ в сценарии 1 растут до 3600 млн. т в 2030 г. и до 4300 млн. т в 2060 г. В сценарии 2 они остаются на уровне 2400 млн. в 2010-2060 гг., а в сценарии 3 – падают до до 2000 млн. т в 2030 г. и до 1500 млн. т в 2060 г. Среднегодовые темпы снижения углеродоемкости первичной энергии равны в сценарии 3 в 2000-2030 гг. 1,7%, а в 2031-2060 гг. – 1,16%. Для справки: в 1990-2010 гг. они были равны 0,7%, а в 2000-2010 гг. – только 0,04%.

Инвестиции в ТЭК. Характерно, что в трех сценариях прогноза инвестиции в ТЭК практически не отличаются. Рост инвестиций в низкоуглеродные технологии почти полностью компенсируется их снижением в добычу топлива, давая прирост за 2000-2060 гг. только на 6%. Косвенно это означает, что внедрение низкоуглеродных технологий не ведет к потерям экономического роста.

Нормализация прогноза выбросов CO₂ ИНИ РАН на новые условия экономического роста. В нормализованном прогнозе предполагается, что до 2010 г. темпы роста всех показателей равны фактическим. В инновационном сценарии «Сценарных условий долгосрочного прогноза социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года (МЭР, апрель 2012 г.) темпы роста ВВП заданы равными до 2030 г. в среднем 4,4% в год. Именно такие темпы роста используются на период до 2030 г. За его пределами – до 2060 г. допускается, что темпы роста ВВП равны 3,5% в год. Допущение

прогноза ИНП РАН о темпах снижения энергоемкости корректируется на величину структурных сдвигов на основе данных за 2000-2011 гг. Допущения о снижении удельного выброса на единицу первичной энергии сохраняются. В этом случае получается, что выбросы CO₂ выходят на уровень 1990 г. не в 2010 г., а не ранее 2050 г. (рис. 4.2).

Рисунок 4.2 Макроэкономические допущения прогноза ИНП РАН



Источник: ЦЭНЭФ

Таким образом, при коррекции прогноза ИНП РАН на ситуацию 2000-2010 гг. и на более реалистичные темпы экономического роста траектории выбросов существенно снижаются, а выход на уровень выбросов 1990 г. сдвигается во времени на 40 лет. При реализации намеченной в этом прогнозе интенсивности снижения удельных выбросов CO₂ на единицу энергии за счет развития нетопливных источников энергии в перспективе получается возможным снижение выбросов до примерно 1100 млн. т CO₂ вплоть до 2060 г., что равно 48% от уровня 1990 г.

4.2 М.Н. Узяков. (2009).

Не опубликованные материалы, подготовленные для МЭР России в 2009 г. при формировании позиции России в Копенгагене.

Горизонт прогноза 2000-2050.

Модель. Расчеты проведены в 2009 г. на модели созданной в ИНП РАН (см. выше).

Количество сценариев. Прогноз скорректирован на кризис 2008-2010 гг. и дан в 4-х вариантах (2 сценария развития кризиса для двух сценариев учета «экологической нагрузки» на экономику).

Макроэкономические допущения прогноза основаны на данных «Долгосрочного прогноза развития экономики России на 2007-2030 гг. (по вариантам)», подготовленного ИНП РАН в 2007. Этот прогноз был скорректирован на кризис. На период 2031-2050 гг. параметры этого прогноза были экстраполированы. Блок макроэкономических допущений один на все три сценария. В прогнозе заданы очень высокие темпы роста ВВП: в среднем в 2000-2050 гг. ВВП растет на 6,5% в год.

Динамика выбросов CO₂. При сравнении результатов возникает проблема сопоставимости параметров эмиссии. В прогнозе ИНП РАН, по видимому, дается оценка совокупных выбросов ПГ за счет всех источников. Однако ее значение за 1990 г. (3407 млн. т экв. CO₂) несколько ниже значения данного в «Национальном докладе о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2006 гг.» за 2008 г. (3506 млн. т экв. CO₂). Различаются также и оценки за 2006 г.: 2169 млн. т экв. CO₂ у ИНП РАН против 2478 млн. т экв. CO₂ в «Национальном докладе». Поскольку на макроэкономических моделях скрупулезное воспроизводство методики кадастра невозможно, постольку, наличие отклонений в модельных оценках и данных, представленных в «Национальном докладе», которые в 2008 г. сами были очень существенно пересмотрены его авторами, не следует считать препятствием на пути использования прогнозных оценок. Важно только иметь ввиду, что выводы ИНП РАН относительно достижения уровня 1990 г. должны быть скорректированы вверх примерно на 200 млн. т экв. CO₂ (разница 3506 и 3407 млн. т экв. CO₂ в 1990 г., а также 2169 и 2478 млн. т экв. CO₂).

Нет ясности как оценивались прогнозные выбросы из секторов помимо энергетического (промышленность, сельское хозяйство, землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство и отходы): как некая постоянная в дополнение к эмиссии из сектора «энергетика» или как переменная величина, в зависимости от динамики некоторых факторов. В нем не рассматриваются инструменты снижения эмиссии. Точнее говоря, нет ясности, какие именно меры по контролю эмиссии вошли в сценарий «экологических ограничений». Эти прогнозы показали, что уровень выбросов 1990 г. не будет превышен вплоть до 2024-2029 гг., а к 2050 г. его превысят (табл. 4.3).

Таблица 4.3 Основные характеристики динамики выбросов в прогнозе ИНП РАН (все ПГ во всех секторах)

Название сценария	Падение выбросов в 2009 г. (%)	Уровень выбросов 2020 г. относительно значения 1990 г.	Год достижения уровня выбросов 1990 г.	Уровень выбросов в 2050 г. относительно значения 1990 г.
Сценарий экологических ограничений + сценарий кризиса МЭР №2	-3,1%	87%	2029 г.	116%
Базовый вариант + сценарий кризиса МЭР №2	-3,1%	90%	2024 г.	127%
Сценарий экологических ограничений + сценарий кризиса МЭР №4	-2,1%	87%	2027 г.	116%
Базовый вариант + сценарий кризиса МЭР №4	-2,1%	89%	2025 г.	130%
Диапазон сценариев	-2,1% -3,1%	87-90%	2024-2029 гг.	116-130%

Источник: Рассчитано на основе данных прогноза ИНП РАН.

Прогноз суммарной эмиссии парниковых газов в России опирается на ключевые показатели развития российской экономики. При этом решающее воздействие на параметры выбросов оказывает потребление первичных энергетических ресурсов. В связи с этим снижение темпов экономического роста должно привести к пересмотру результатов этого прогноза.

Снижение прогнозируемых темпов ВВП, валовых выпусков отдельных отраслей неизбежно приведет к переоценке спроса на энергетические ресурсы внутри страны, и, прежде всего на электроэнергию. Соответственно как промежуточные, так и итоговые показатели выбросов парниковых газов существенным образом изменятся.

В качестве ориентира для среднесрочного прогноза были выбраны два варианта развития экономики на период до 2011 г. разработанные МЭР РФ в феврале 2009 г. В связи с тем, то для каждого из вариантов развития экономики необходимо разработать два сценария (учитывающий и не учитывающий экологическую нагрузку) в итоге было получено четыре варианта прогноза выбросов парниковых газов.

В сценарии экологических ограничений, рассчитанному по варианту №2 МЭР РФ, совокупный объем выбросов парниковых газов в 2009 г. снижается до 2258 млн. т. CO₂ экв. с 3331 млн. т. годом ранее. Уровень выбросов 1990 г. по данному сценарию достигается в 2029 г. Суммарный уровень выбросов к 2020 г. составляет 87% от уровня 1990 г, в 2030 г. 102% и в 2050 г. 116%. В базовом варианте, рассчитанному по варианту №2 МЭР РФ к 2050 г. совокупный объем выбросов парниковых газов к 2050 г. составляет 127% от уровня 1990 г. При этом уровень выбросов 1990 г. в данном случае достигается к 2024 г.

Экологические ограничения сказываются на динамике инвестиций в основной капитал и общей экономической динамике. Так в варианте экологических ограничений средний темп прироста ВВП на прогнозном периоде составляет 4,1%, а в базовом варианте 4,2%. При этом большая капиталоемкость в сценарии экологических ограничений требует и более высокой динамики инвестиций. Средний темп прироста в варианте экологических ограничений 4,3%, а в базовом варианте 4,1%

В сценарии экологических ограничений, рассчитанному по варианту №4 МЭР РФ, предполагающем в 2009 г. снижение ВВП на 1 п.п. совокупный объем выбросов парниковых газов в 2009 г. снижается до 2282 млн. т. CO₂ экв. Уровень выбросов 1990 г. по данному сценарию достигается в 2025 г. Суммарный уровень выбросов к 2020 г. составляет 91% от уровня 1990 г, в 2030 г. 109% и в 2050 г. 116% (3963 млн. т. CO₂ экв.).

В базовом варианте, рассчитанному по варианту №2 МЭР РФ к 2050 г. совокупный объем выбросов парниковых газов к 2050 г. составляет 130% от уровня 1990 г. При этом уровень выбросов 1990 г. в данном случае достигается к 2025 г.

Экологические ограничения сказываются на динамике инвестиций в основной капитал и общей экономической динамике. Так в варианте экологических ограничений средний темп прироста ВВП на прогнозном периоде составляет 4,13%, а в базовом варианте 4,24%. При этом большая капиталоемкость в сценарии экологических ограничений требует и более высокой динамики инвестиций. Средний темп прироста инвестиций в варианте экологических ограничений 4,22%, а в базовом варианте 4,05%.

4.3 ИНП РАН. Б.Г. Фёдоров, Б.Н. Моисеев, Ю.В. Синяк. Поглощающая способность лесов России и выбросы углекислого газа энергетическими объектами. Проблемы прогнозирования, №3, 2011.

Горизонт прогноза 2000-2060.

Модель. В публикации подробно не описана.

Количество сценариев. Рассматривается три сценария:

- ✓ Без ограничений на выбросы CO₂ – инвестиционно-инновационный, характеризующийся высоким уровнем энергопотребления и выбросов CO₂;
- ✓ Стабилизация выбросов CO₂ после 2012-2015гг. до 2050 года на уровне 2010 года;
- ✓ Снижение выбросов к 2050 году до 10% от уровня 1990.

Макроэкономические допущения прогноза. В статье эти допущения подробно не приводятся. В прогнозе заданы высокие темпы роста ВВП: в 2010-2060 гг. в среднем на 5.-2-5,3% в год. Численность населения остается сравнительно стабильной, энергоемкость ВВП снижается в 2010-2060 гг. в 7,5 раз, или в среднем на 4,1% в год с разным временным профилем снижения а трех сценариях (табл. 4.4).

Таблица 4.4 Макроэкономические допущения

	Сценарий	2010	2020	2030	2040	2050	2060
Энергоемкость ВВП, тнэ/1000\$	1	1,5	0,9	0,5	0,4	0,3	0,2
	2	1,5	0,8	0,5	0,3	0,3	0,2
	3	1,5	0,8	0,4	0,3	0,2	0,2
Душевое потребление конечной энергии, тнэ/чел	1	5,4	5,6	6,9	7,6	8,5	7,4
	2	5,4	5,6	6,0	6,2	7,0	7,0
	3	5,4	5,2	5,4	5,6	7,0	6,9
Население, млн.чел.	1,2,3	141,4	136	138	140	140	140
ВВП, млрд \$	1	509	896	1904	3040	3967	6907
	2	509	952	1840	2893	3920	6533
	3	509	943	1863	3136	4900	6440
Темп прироста ВВП	1		5,8%	7,8%	4,8%	2,7%	5,7%
	2		6,5%	6,8%	4,6%	3,1%	5,2%
	3		6,4%	7,1%	5,3%	4,6%	2,8%

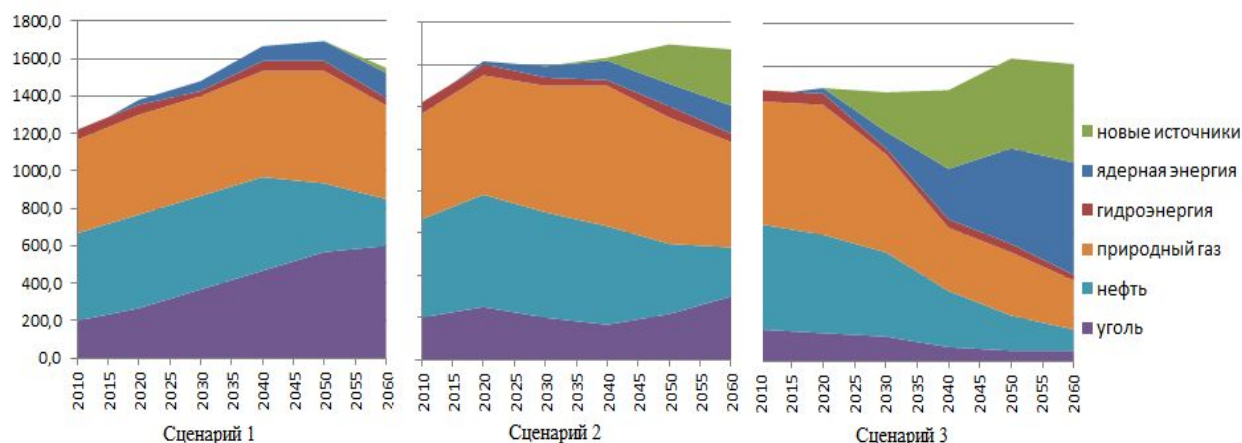
Источник: Рассчитано по Б.Г. Фёдоров, Б.Н. Моисеев, Ю.В. Синяк. Поглощающая способность лесов России и выбросы углекислого газа энергетическими объектами. Проблемы прогнозирования, №3, 2011

В публикации приведены отдельные данные прогноза **производства первичной энергии**. Оно растет до 1373-1600 млн. тнэ к 2050 г., а затем начинает снижаться до 1347-1453 млн.

тнэ к 2060 г. При этом добыча нефти выходит на пик в 2030-2040 гг. на уровне 400-480 млн. т (рис. 4.3) и затем снижается до 80-240 млн. т. к 2060 г. Добыча природного газа достигает пика в 2050 г. (280-600 мтнэ) и затем снижается до 240-500 мтнэ к 2060 г. Сценарии различаются в основном степенью развития нетопливных источников энергии, для которых заданы довольно широкие диапазоны: для НВЭИ 26-446 млн. тнэ в 2060 г., а для АЭС - 53-80 мтнэ в 2030 г. и 133-533 мтнэ в 2060 г. Авторы отмечают, что ограничения на выбросы CO₂ в наибольшей степени будут влиять на уровни добычи угля и производства энергии за счет новых (безуглеродных) источников. В сценарии 3 к концу периода вклад безуглеродных технологий – ядерная энергия, гидроэнергия и нетрадиционные источники энергии – должен составить около 70% производства первичных энергоресурсов (в сценарии 1 он оценивается не более чем 15%).

Авторы отмечают, что при отсутствии ограничений на выбросы CO₂ показатель карбонизации практически не снижается в течение всего периода. Проведение активной политики сокращения выбросов приводит к его снижению в 2 раза к 2030 г. и на порядок к середине века по сравнению с 2000 г. При стабилизации выбросов (сценарий 2) ожидается сокращение карбонизации энергобаланса на 30-35% к 2050 г.

Рисунок 4.3 Структура производства первичной энергии, мтнэ

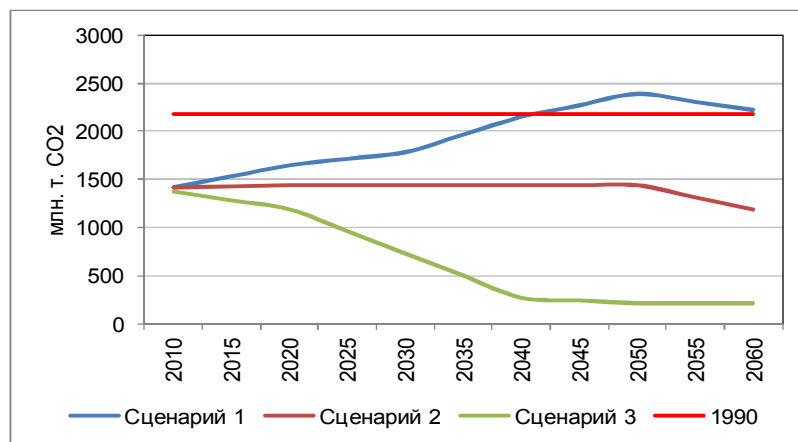


Источник: Рассчитано по Б.Г. Фёдоров, Б.Н. Моисеев, Ю.В. Синяк. Поглощающая способность лесов России и выбросы углекислого газа энергетическими объектами. Проблемы прогнозирования, №3, 2011

Рост потребления первичной энергии. В публикации не приведены данные о потреблении первичной энергии, но есть данные о потреблении первичной энергии на душу населения и данные по динамике энергоёмкости. На этой основе получена оценка масштаба ее потребления: 745-952 млн. тнэ в 2030 г. и 966-1036 млн. тнэ в 2060 гг. Потребление первичной энергии до 2020 г. не растет, а затем повышается в среднем 0,5-2,3% до 2030 г. и на 0,3-0,9% после.

Динамика выбросов ПГ. В отсутствие мер по контролю за выбросами их величина достигнет в 2030 г. 1788 млн. т CO_{2экв.} и продолжит расти к 2050 г. до 2393 млн. т CO_{2экв.}, превысив уровень 1990 г., а к 2060 г. снижается до 2228 млн. т CO_{2экв.} (рис. 4.4).

Рисунок 4.4 Варианты прогноза выбросов $\text{CO}_{2\text{экв.}}$ от сжигания топлива, млн. т CO_2



Источник: Рассчитано по Б.Г. Фёдоров, Б.Н. Моисеев, Ю.В. Синяк. Поглощающая способность лесов России и выбросы углекислого газа энергетическими объектами. Проблемы прогнозирования, №3, 2011

В случае принятия жестких ограничений (сценарий 3) выбросы сократятся к 2030 г. до 53% от уровня 2010 года, а к 2060 г. до 16% (20 млн. т CO_2). Согласно сценарию, предполагающему стабилизацию выбросов (сценарий 2), выбросы составят 1444 млн. т CO_2 в 2030 г. и 1192 млн. т CO_2 в 2060 г. Авторы приходят к основному выводу:

«Из модельных расчетов следует, что во второй половине века даже в сценарии 1 можно ожидать перехода к падающей тенденции выбросов, что связано с естественным истощением запасов органических топлив, их удорожанием и возможным удешевлением под влиянием научно-технического прогресса безуглеродных технологий. Исходя из результатов модельных расчетов развития ТЭК и выбросов CO_2 до середины текущего столетия, высказано предположение, что предельный объем выбросов CO_2 объектами ТЭК к концу века не превысит 0,6 Гт С/год¹⁶ а в реальности может быть даже значительно ниже».

Таким образом, в этой работе сформулирована гипотеза и наличия абсолютного потолка эмиссии $\text{CO}_{2\text{экв.}}$ в секторе энергетика в России на уровне 2200 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв.}}$

¹⁶ 2200 млн. т CO_2

4.4 Синяк Ю.В., Некрасов А.С., Воронина С.А., Семикашев В.В., Колпаков А.Ю. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. Топливо-энергетический комплекс России: возможности и перспективы, Проблемы прогнозирования. № 1, 2013.

Модель. Модельный комплекс ИНП РАН. Работа посвящена прогнозу развития ТЭК России, а не анализу траекторий выбросов ПГ.

Горизонт прогноза. 2010-2040 гг.

Сценарии:

- ❖ Сценарий инерционного роста - вариант сценария при неблагоприятном развитии ситуации для российского природного газа на европейском рынке - низкие цены на природный газ, успешное освоение ресурсов сланцевого газа, Россия как замыкающий поставщик газа в Европу.
- ❖ Сценарий интенсивного роста - вариант сценария при благоприятном развитии ситуации на европейском рынке газа для российских поставщиков – высокие цены на газ, слабое развитие добычи сланцевого газа, Россия как приоритетный поставщик газа в Европу.

В обоих сценариях ограничения на выбросы ПГ отсутствуют.

Макроэкономические допущения прогноза. Среднегодовой темп прироста ВВП в период 2010-2030 гг. соответствует параметрам двух сценариев ИНП РАН: "Оценка инерции экономического роста России" (Сценарий 1) и "Оценка потенциала экономического роста России" (Сценарий 2). Для первого сценария среднегодовой темп прироста ВВП составляет 3,7% до 2020г. и 4,0% в период 2020-2040. Для второго сценария в 2010-2020 годовой прирост составит 5,1%, в период 2020-2040 – 6,5%. (табл. 4.5). Экспорт энергоресурсов – экзогенная величина. Темпы энергосбережения и повышения эффективности ТЭК приняты различными для двух сценариев, исходя из предпосылки, что при более высоких темпах экономического развития модернизация ТЭК будет происходить более интенсивно.



Таблица 4.5 Макроэкономические допущения прогноза

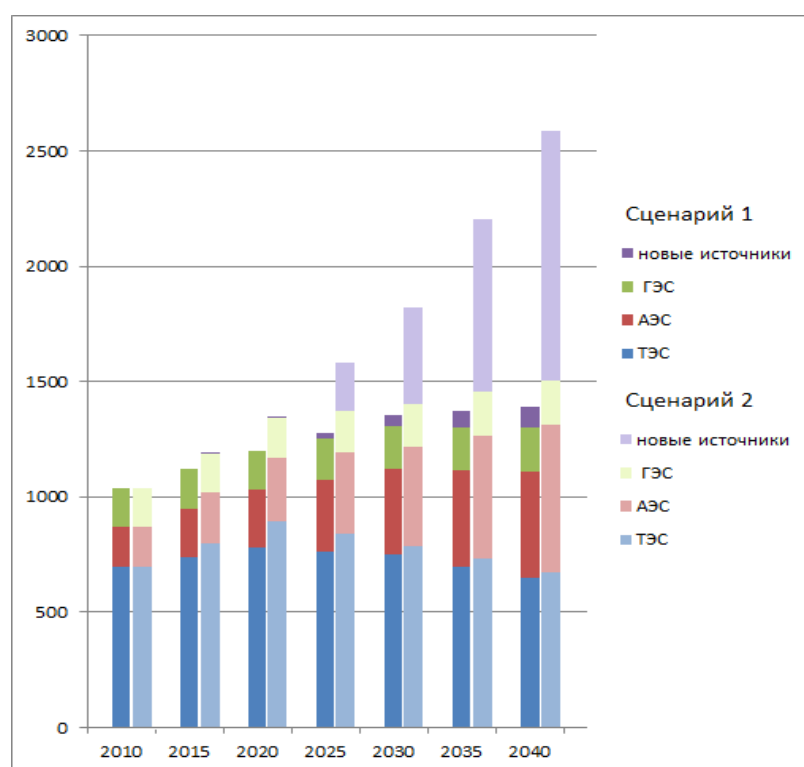
	2000	2010	2020	2030	2040
инерционный рост					
Население, млн. чел	144,8	141,4	136,0	138,0	140,0
Среднегодовой темп прироста ВВП		3,7%	3,7%	4,0%	4,0%
ВВП, млрд. долл.	259,6	373,4	536,9	794,8	1176,5
Структура ВВП					
ТЭК	11%	12%	9%	7%	6%
Энергоемкие отрасли	8%	8%	6%	5%	4%
Малоэнергоемкие отрасли	10%	11%	12%	13%	14%
Строительство	6%	7%	9%	9%	9%
Промышленность и строительство.	34%	37%	35%	33%	32%
Сельское хозяйство	6%	4%	2%	2%	2%
Транспорт	8%	8%	10%	10%	11%
Прочие отрасли экономики	40%	41%	41%	43%	44%
Прочие поступления	12%	10%	12%	12%	12%
Прогноз	2000	2010	2020	2030	2040
Население, млн. чел	144,8	141,4	136,0	138,0	140,0
крупные города	45%	45%	46%	46%	46%
средние города	28%	29%	30%	30%	31%
мелкие нас. пункты	27%	26%	25%	24%	22%
интенсивный рост					
Среднегодовой темп прироста ВВП		3,7%	5,1%	6,5%	6,5%
ВВП, млрд. долл.	259,6	373,4	614,0	1152,5	2163,4
ТЭК	11%	12%	10%	8%	7%
Энергоемкие отрасли	8%	8%	7%	5%	4%
Малоэнергоемкие отрасли	10%	11%	11%	11%	11%
Строительство	6%	7%	6%	5%	4%
Промышленность и строительство.	34%	37%	33%	30%	27%
Сельское хозяйство	6%	4%	4%	4%	3%
Транспорт	8%	8%	8%	8%	8%
Прочие отрасли экономики	40%	41%	44%	47%	51%
Прочие поступления	12%	10%	10%	11%	11%

Источник: Сияк Ю.В., Некрасов А.С., Воронина С.А., Семикашев В.В., Колпаков А.Ю. ИНП РАН. Топливо-энергетический комплекс России: возможности и перспективы, Проблемы прогнозирования, № 1, 2013

Темпы снижения энергоемкости. К 2030 г энергоемкость ВВП по прогнозу сокращается до 53% (Сценарий 1) и 44% (Сценарий 2) от уровня 2010 г., а к 2040 г. до 37% (Сценарий 1) и 32% (Сценарий 2). Среднегодовые темпы ее снижения должны составлять не менее 3-3,2% в год (Сценарий 1) и 3,6-3,8% в год (Сценарий 2).

Рост производства и потребления электроэнергии. Пик производства электроэнергии на ТЭС приходится на 2020 год (780-897кВт-ч). К 2040 г. этот показатель снижается до 650-675кВт-ч (рис. 4.5). Быстро растет производство электроэнергии на АЭС: к 2040 г. до 460-640 кВт-ч. Выработка на ГЭС мало различается для двух сценариев и растет незначительно: до 190 кВт-ч в 2040 г. Сценарий интенсивного роста предполагает значительное увеличение выработки электроэнергии на основе НВЭИ. Если в первом сценарии выработка в 2040 г. достигает только 90 кВт-ч, то во втором этот показатель уже составит 748 кВт-ч. Всего выработка электроэнергии в 2040 г. составит 1390 кВт-ч по сценарию инерционного роста и 1820 кВт-ч по сценарию интенсивного.

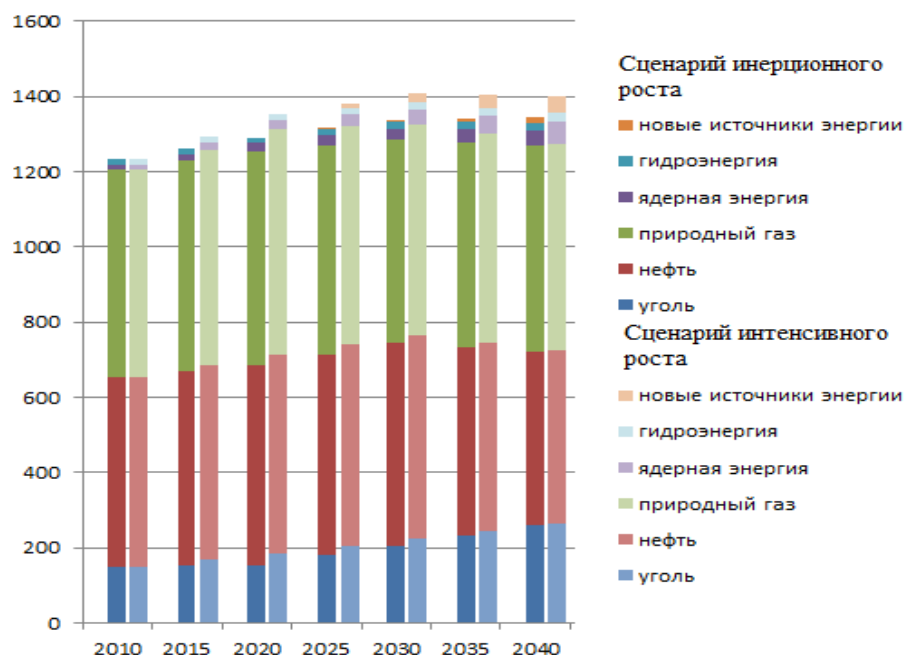
Рисунок 4.5 **Варианты прогноза производства электроэнергии**
(млрд. кВт-ч)



Источник: Синяк Ю.В., Некрасов А.С., Воронина С.А., Семикашев В.В., Колпаков А.Ю. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. Топливо-энергетический комплекс России: возможности и перспективы, Проблемы прогнозирования, № 1, 2013

Рост производства первичной энергии. Производство первичной энергии растет до 1335-1408 млн. тнэ к 2030 г., а затем до 2040 г. практически не изменяется. Добыча нефти в обоих сценариях достигает пика в 2030 г. на уровне 540 млн. т и затем снижается до 460 млн. т. к 2040 г., а добыча природного газа снижается уже после 2020 года, достигнув значения 570-600 мтнэ (рис. 4.6).

Рисунок 4.6 **Варианты прогноза производства первичной энергии, МТНЭ**



Источник: Синяк Ю.В., Некрасов А.С., Воронина С.А., Семикашев В.В., Колпаков А.Ю. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. Топливо-энергетический комплекс России: возможности и перспективы, Проблемы прогнозирования, № 1, 2013

Динамика выбросов CO₂. Авторы приходят к следующим выводам:

- ✓ траектория развития топливно-энергетического баланса в период до 2040 г. даже без применения специальных мер по ограничению выбросов в сценарии интенсивного роста обеспечивает сохранение на протяжении всего периода выбросов CO₂ на уровне ниже 1990 г., зафиксированного в Киотском протоколе. Небольшой рост будет наблюдаться до 2030 г. с последующим сокращением к 2040 г. до уровня на 10-20% ниже 1990 г.
- ✓ ожидаемая карбоноёмкость ВВП (отношение выбросов CO₂ объектами ТЭК к объёму ВВП) сокращается в 2,7-4,7 раза по сравнению с 2000 г.;
- ✓ если будут приняты международные соглашения по сокращению выбросов CO₂ после срока действия Киотского протокола и ограничениям роста температуры планеты не более 2°C к 2050 г., то придется вводить специальные ограничения на выбросы CO₂, что потребует значительно более радикальных изменений в структуре топливно-энергетического баланса страны в сторону увеличения доли безуглеродных видов энергии.

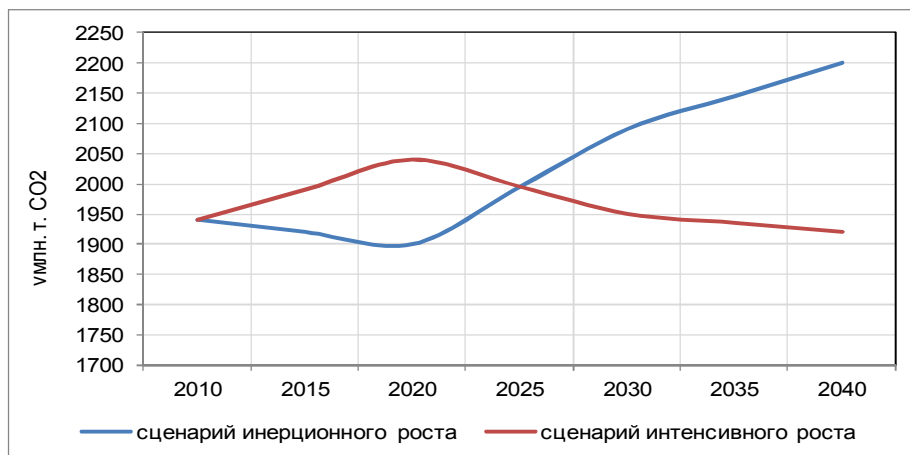
Согласно же инерционному сценарию, объем выбросов продолжит снижаться до 2020 г. (1900 млн. т CO₂), однако в период 2020-2040 гг. он возобновит рост до 2200 млн. т CO₂, достигнув уровня 1990 г. (рис. 4.7).

Таким образом, авторы хотя и не формулируют, но фактически приходят к выводам, о том, что:

- ✓ ускорение экономического роста не обязательно сопровождается ростом выбросов ПГ;

- ✓ для сценария интенсивного роста с гораздо более высоким уровнем ВВП выбросы ПГ ниже;
- ✓ медленный прогресс в развитии новых технологий, присущий инерционному сценарию, порождает более высокий уровень выбросов при неспособности ускорить рост ВВП.

Рисунок 4.7 **Варианты прогноза динамики выбросов CO₂ (млн. т)**



Источник: Синяк Ю.В., Некрасов А.С., Воронина С.А., Семикашев В.В., Колпаков А.Ю. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. Топливо-энергетический комплекс России: возможности и перспективы, Проблемы прогнозирования, № 1, 2013



5 Прогнозы ИНЭИ РАН

ИНЭИ РАН публикует как статьи посвященные прогнозам развития энергетики России, в которых также определяются выбросы ПГ, так и специальные исследования по стратегиям контроля выбросов ПГ.

5.1 А.А. Макаров (2008). Возможности сдерживания эмиссии парниковых газов в энергетике России. Академия энергетики. №5, 2008. сс. 26-33.

Горизонт прогноза 2005-2050.

Модель. Межотраслевая модель МЭНЭК ИНЭИ РАН.

Количество и краткая характеристика сценариев. Рассматривается два сценария:

- ✓ Традиционный (инновационный);
- ✓ Экологический.

Сценарии подробно не описываются. Экологический сценарий предполагает введение налога на углерод. В нем несколько выше темпы снижения энергоемкости и существенно снижается использование угля и жидкого топлива. Однако, не ясно за счет каких мер политики это происходит.

Макроэкономические допущения прогноза подробно не описаны. Предполагается рост ВВП в 2005-2030 гг. в 4,4 раза в традиционном сценарии и в 4,1 раза в экологическом, а в 2005-2050 гг. соответственно в 9,5 и 8,3 раза. Получается, что среднегодовые темпы роста ВВП в 2005-2010 гг. равны 7%, в 2011-2020 гг. 6,5% и 6,1%, в 2021-2030 гг. - 5,2% и 4,9%, а в 2031-2050 гг. 4% и 3,6%. Высокие темпы роста ВВП в начале прогнозного периода по нынешним меркам представляются существенно завышенными.

Темпы снижения энергоемкости. В прогнозе для двух сценариев энергоемкость снижается в среднем на 4,2-4,7% в год в 2011-2020 гг. Постепенно темпы ее снижения падают до 2,4-2,7% в 2030-2050 гг. Такое замедление - естественный результат снижения вклада структурных факторов при замедлении экономического роста.

Рост потребления первичной энергии. Потребление первичной энергии растет до 1245-1555 млн. тут в 2030 г. и до 1460-2080 млн. тут в 2050 г. (табл. 5.1).

Рост производства электроэнергии на нетопливных станциях. Производство электроэнергии на ГЭС растет до 320-330 млрд. кВт-ч к 2030 г. и до 500-550 млрд. кВт-ч к 2050 г. Производство электроэнергии на АЭС растет до 580-600 млрд. кВт-ч к 2030 г. и до 1200-1250 млрд. кВт-ч к 2050 г. Данных о выработке электроэнергии с использованием НВЭИ в прогнозе нет. НВЭИ показаны только в балансе первичной энергии, где объем их использования растет до 35-70 млн. тут в 2030 г. и до 55-200 млн. тут в 2050 г. Они не разделены на жидкое биотопливо и на источники, которые используются на производство тепловой и электрической энергии.

Динамика выбросов ПГ. В экологическом сценарии снижение выбросов ПГ достигается преимущественно за счет изменения топливного баланса при введении налога на углерод и при практически одинаковом производстве энергии из нетопливных источников. Выработка на ГЭС лишь немногим выше, чем в традиционном сценарии, выработка на АЭС – ниже. Таким образом, снижение потребления топлива происходит не за счет его



замещения нетопливными источниками, а за счет ограниченного ускорения снижения энергоемкости ВВП при снижении темпов роста самого ВВП (см. табл. 5.2. и рис. 5.1).

Таблица 5.1 Прогноз потребления первичной энергии и производства электроэнергии ИНЭИ РАН (2008 г.)

		2005	2010	2020	2030	2040	2045	2050
Потребление первичной энергии, млн. тут	традиц.	949	1053	1285	1555	1798	1934	2080
	эколог.	949	1045	1170	1245	1348	1403	1460
Газ, млн. тут	традиц.	496	545	610	660	701	723	745
	эколог.	496	545	610	595	580	572	565
Нефть, млн. тут	традиц.	181	209	270	325	365	387	410
	эколог.	181	209	240	255	250	247	245
Уголь, млн. тут	традиц.	166	186	245	305	360	391	425
	эколог.	166	177	155	140	135	132	130
Производство электро-энергии, млрд. кВт-ч	традиц.	953	1143	1665	2220	2735	3036	3370
	эколог.	953	1125	1570	1970	2340	2551	2780
ГЭС, млрд. кВт-ч	традиц.	175	181	240	320	404	454	510
	эколог.	175	181	245	330	426	484	550
АЭС, млрд. кВт-ч	традиц.	149	175	330	600	866	1040	1250
	эколог.	149	175	340	580	834	1001	1200
КЭС, млрд. кВт-ч	традиц.	268	349	540	670	761	811	865
	эколог.	268	332	540	595	543	518	495
ТЭЦ, млрд. кВт-ч	традиц.	352	428	550	610	656	680	705
	эколог.	352	428	435	450	467	476	485

Источник: А.А. Макаров (2008). Возможности сдерживания эмиссии парниковых газов в энергетике России. Академия энергетике. №5, 2008. сс. 26-33.

Таблица 5.2 Прогноз выбросов ПГ от сектора «энергетика» ИНЭИ РАН (2008 г., млн. т. CO₂экв.)

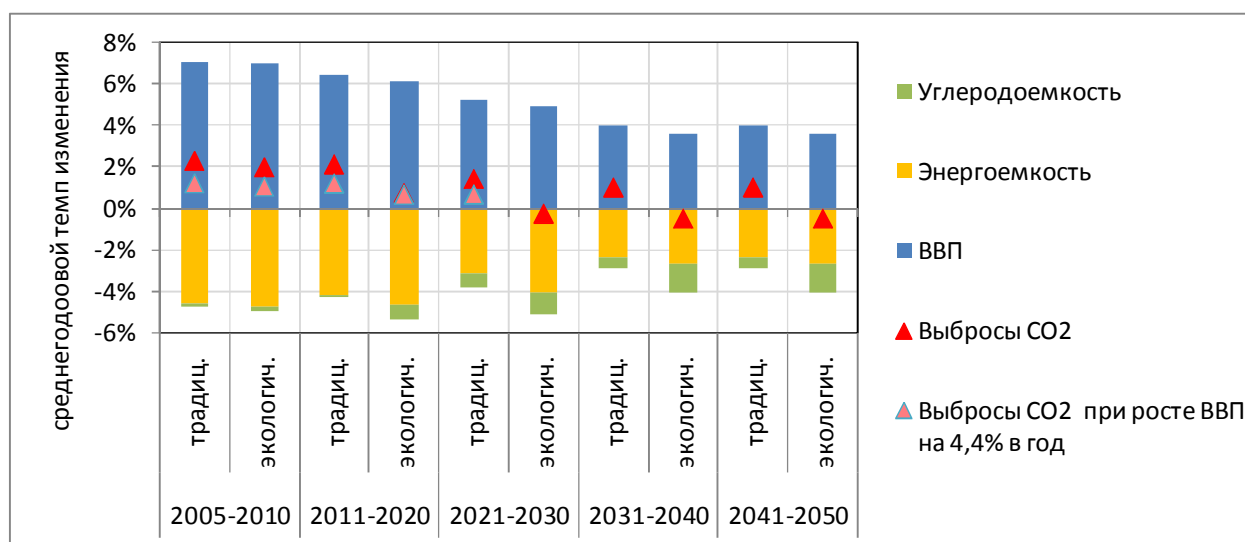
		2005	2010	2020	2030	2040	2050
Выбросы CO ₂	традиц.	1582	1745	2095	2375	2613	2875
	эколог.	1582	1720	1790	1705	1602	1505
За счет сжигания газа	традиц.	814	900	1020	1095	1175	1260
	эколог.	814	899	1015	995	987	980
За счет сжигания нефти	традиц.	298	326	390	445	474	505
	эколог.	298	328	335	330	278	235
За счет сжигания угля	традиц.	470	520	685	835	963	1110
	эколог.	470	495	440	380	332	290
Выбросы метана	традиц.	186	205	250	280	295	310
	эколог.	186	200	220	215	207	200
Выбросы закиси азота	традиц.	4	4	4,9	5,9	6	6,9
	эколог.	4	4	4	4	4	4
Всего выбросы ПГ	традиц.	1772	1954	2350	2661	2914	3192
	эколог.	1772	1924	2014	1924	1813	1709

Источник: А.А. Макаров (2008). Возможности сдерживания эмиссии парниковых газов в энергетике России. Академия энергетике. №5, 2008. сс. 26-33.

Нормализация прогноза выбросов ПГ ИНЭИ РАН на новые условия экономического роста. Объемы выбросов трех ПГ в данном прогнозе растут к 2050 г. до 3192 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв.}}$ в традиционном сценарии: растут до 2014 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв.}}$ к 2020 г., а затем снижаются до 1709 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв.}}$ в экологическом сценарии. В 1990 г. уровень выбросов этих трех ПГ согласно данным Национального кадастра был равен 2714 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв.}}$. В традиционном сценарии этот уровень выбросов достигается после 2030 г., а к 2050 г. выбросы превышают его на 18%. В публикации, по неясным причинам, определен уровень 1990 г. равный примерно 2300 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв.}}$, поэтому он оказывается превышен уже в 2020 г.

Поскольку прогноз был сделан до кризиса 2009 г., нормализация на новые условия требуется. Если заменить в прогнозе принятые в нем допущения о росте ВВП в период до 2030 г., на допущения о его приросте в среднем на 4,4% в год, то получим, что темпы прироста выбросов ПГ в период до 2030 г. снизятся (рис. 5.1), в след за ними снизятся и объемы выбросов (рис. 5.2). Первая коррекция этого прогноза практически была сделана самим автором в 2009 г. (см. ниже). Однако степень корректировки оценок выброса ПГ была довольно ограничена, поскольку темпы роста ВВП оставались высокими (рис. 5.2).

Рисунок 5.1 Сочетание факторов, определяющих динамику выбросов ПГ в прогнозе ИНЭИ РАН 2008 г.



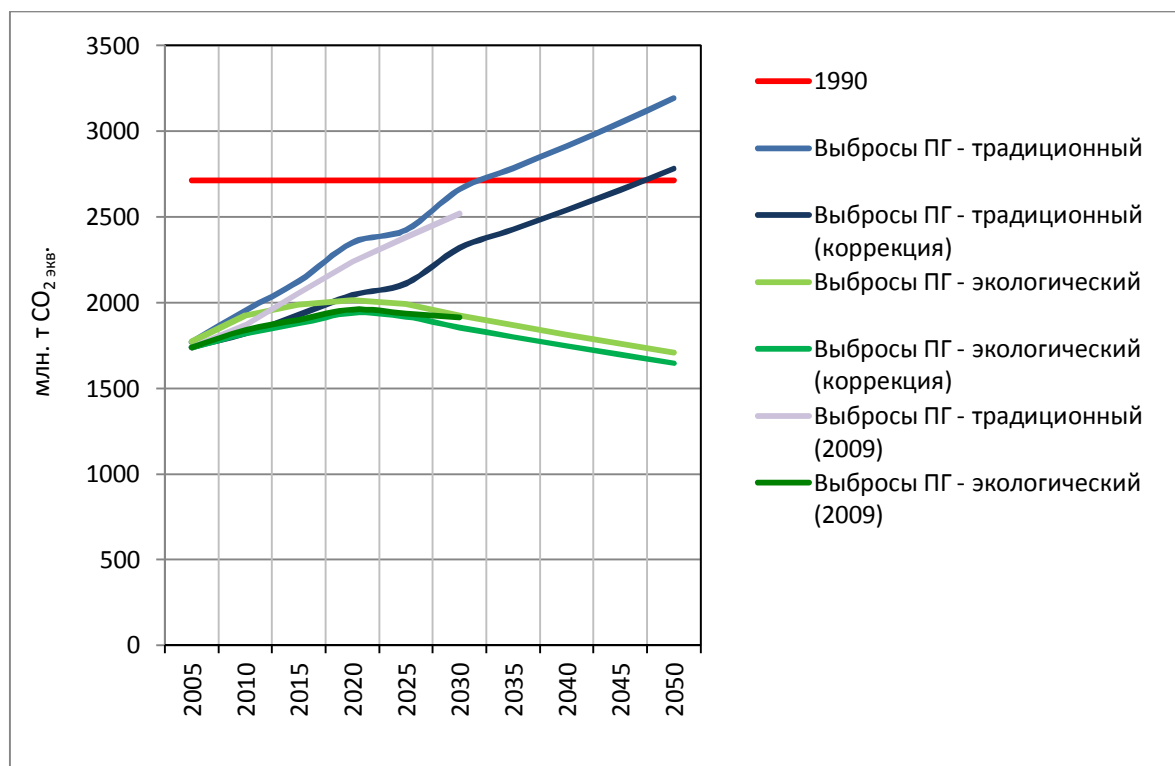
Источник: ЦЭНЭФ по данным из А.А. Макаров (2008). Возможности сдерживания эмиссии парниковых газов в энергетике России. Академия энергетике. №5, 2008. сс. 26-33.

Коррекция этого прогноза на снижение темпов экономического роста отодвигает момент пересечения уровня выбросов 1990 г. на 15 лет для традиционного сценария и дает возможность удерживать выбросы на 30% ниже уровня 1990 г. до 2050 г. в экологическом сценарии.

Платой за это, по мнению автора, является рост капитальных вложений в ТЭК и энергоиспользование на 25-30% и замедление роста экономики. Этот вывод не кажется убедительным поскольку, как видно из табл. 5.1, прирост потребления и производства энергоресурсов в экологическом сценарии существенно – на 55% - ниже, чем в традиционном – за весь период 2005-2050 гг., а вклад технологического энергосбережения в этих двух сценариях отличается довольно скромно. При этом вложения в повышение энергоэффективности окупаются существенно быстрее, чем вложения в наращивание производства энергоресурсов. Поэтому вывод, о том, что в сценарии, в котором прирост

потребления первичных ресурсов в 2005-2050 гг. в два раза больше, требуется на 25-30% меньше капитальных вложений вызывает вопросы.

Рисунок 5.2 Динамика выбросов ПГ в исходном и скорректированном прогнозе ИНЭИ РАН 2008 г.



Источник: ЦЭНЭФ по данным из Макаров А.А. (2008). Возможности сдерживания эмиссии парниковых газов в энергетике России. Академия энергетики. №5, 2008. сс. 26-33.

5.2 А.А. Макаров (2009). Посткризисное развитие топливно-энергетического комплекса России. Академия энергетики. №10. 2009, сс. 18-26.

По данным этой статьи сложно провести полноценный количественный анализ, поскольку в ней приведены не все допущения и по большей части параметров даны лишь графические материалы, а не табличные. Тем не менее, в ней отражены перспективы развития нетопливных источников энергии и даны оценки выбросов.

Горизонт прогноза 2010-2030.

Модель. Комплекс моделей ИНЭИ РАН.

Количество сценариев. Рассматривается два сценария:

- ✓ Инновационный (в тексте также называется традиционный);
- ✓ Экологический.

Макроэкономические допущения прогноза подробно не описаны. Предполагается рост ВВП в 2005-2030 гг. в 2,9-3,3 раза в традиционных сценариях и в 2,77 раза - в экологическом. Получается, что среднегодовые темпы роста ВВП в 2010-2030 гг. равны 4,2-4,9%, что по нынешним меркам представляется несколько завышенными темпами.

Темпы снижения энергоемкости. В прогнозе для двух сценариев энергоемкость снижается в среднем на 3,2-3,3% в год. Это адекватные значения снижения энергоемкости при заданных темпах экономического роста, но они достигаются преимущественно за счет структурных сдвигов в экономике. При этом различие в темпах ее снижения между традиционным и экологическим сценариями минимально. Возможно, это результат особенностей модели, или формирования сценария, поскольку капиталовложения в энергосбережение в двух сценариях также различаются несущественно: соответственно 240 и 258 млрд. долл. в 2005-2030 гг.

Рост производства первичной энергии. Производство первичной энергии увеличивается до 2066-2321 млн. тут к 2030 г. Добыча нефти может стабилизироваться на уровне 490 млн. т при низких ценах на нефть или вырасти до 535 млн. т к 2030 г. при высоких. Добыча газа устойчиво растет до 840-885 млрд. м³.

Рост производства электроэнергии. Производство электроэнергии растет до 1177-1282 млрд. кВт-ч к 2020 г. и до 1405-1712 млрд. кВт-ч к 2030 г. Точных данных о производстве нетопливных первичных энергоресурсов в публикации нет, но по графикам можно судить, что выработка электроэнергии на АЭС и ГЭС к 2030 г. существенно меньше значений прогноза на 2030 г. сделанного в 2008 г. (табл. 5.1). В том же номере журнала опубликована статья С.И. Шматко¹⁷, в которой выработка на АЭС определена равной в 2030 г. 356-437 млрд. кВт-ч, на ГЭС и ВЭИ – 319-422 млрд. кВт-ч.

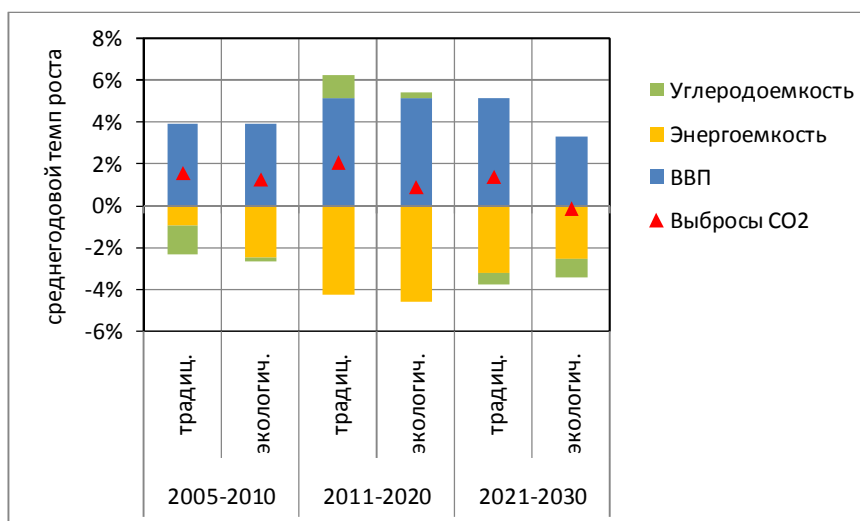
Потребление первичной энергии растет до 1125-1400 млн. тут к 2030 г., что существенно ниже уровней определенных в прогнозе, опубликованном годом ранее – 1245-1555 млн. тут (см. табл. 5.1).

Динамика выбросов ПГ. В работе оценивается уровень выбросов трех «киотских» ПГ. В традиционных сценариях выбросы растут на 30% в 2005-2030 гг. до 1705-2375 млн. т CO_{2экв.} против оценки 1915-2520 млн. т CO_{2экв.} сделанной годом ранее (табл. 5.1) и к 2030 г. остаются на уровне на 5-11% ниже значения 1990 г. В экологическом сценарии выбросы растут до 2015 г., а затем сначала стабилизируются, а потом снижаются до уровня на 25-29% ниже значения 1990 г. (рис. 5.1). Соотношение факторов, определяющих динамику выбросов показано на рис. 5.3. Таким образом, коррекция прогноза на кризис 2008-2009 гг. привела к пересмотру объемов выбросов.

Инвестиции в ТЭК. В экологическом сценарии суммарные капитальные вложения в ТЭК на 13,5% ниже, чем в традиционных сценариях. Согласно приведенным в статье данным, дополнительные капитальные вложения в повышения энергоэффективности - 18 млрд. долл. в ценах 2007 г. позволяют получить экономию на инвестициях в ТЭК в размере около 90 млрд. долл. в ценах 2007 г. Тем не менее, в работе отмечается, что реализация экологического сценария замедлит рост ВВП с 2,9-3,3 кратного в 2005-2030 гг. до 2,8 кратного, что равно потерям роста ВВП на протяжении 1,5 года. Однако, механизм этого эффекта не ясен, поскольку инвестиций в ТЭК требуется меньше, а их перераспределение в другие менее капиталоемкие отрасли экономики должно давать дополнительных прирост, а не торможение ВВП.

¹⁷ С.И. Шматко. О проекте Энергетической стратегии России на период до 2030 г. Академия энергетики. №10. 2009, сс. 4-15.

Рисунок 5.3 Соотношение основных факторов, определяющих рост выбросов ПГ в прогнозе ИНЭИ РАН 2009 г.



Источник: ЦЭНЭФ по данным А.А. Макаров. Посткризисное развитие топливно-энергетического комплекса России. Академия энергетики. №10 2009. Сс. 18-26.

Нормализация прогноза выбросов ПГ ИНЭИ РАН на новые условия экономического роста. Поскольку прогноз был сделан сравнительно недавно, такая нормализация практически не требуется. Если заменить допущения этого прогноза о росте ВВП на допущения о его росте в среднем на 4,4% в год, то получим, что выбросы ПГ в 2030 г. окажутся ниже значения 1990 г. на 17-24%.

5.3 В.А. Малахов. Влияние сдерживания эмиссии парниковых газов на перспективы экономического развития России// Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2010. Труды четвёртой международной конференции. М.:, ИПУ РАН, 2010.

Эти же вопросы рассмотрены также в работах:

- ✓ В.А. Малахов, Т.Г. Дубынина Модель макроэкономических последствий ограничения эмиссии парниковых газов // Экономика и математические методы. 2010. Т. 46. № 2. С.100-117;
- ✓ В.А. Малахов. Оценка возможных макроэкономических последствий ограничений на эмиссию парниковых газов // Проблемы прогнозирования. 2010. №2 (119). С.53-67.

Горизонт прогноза 2010-2030.

Модель. Зависимость между выбросами ПГ в секторе «энергетика» и темпами экономического роста, на которую ссылаются прогнозы ИНЭИ, проиллюстрирована в публикации В.А. Малахова. Автор использует нелинейную оптимизационную межотраслевую модель (МЭНЭК-ЭКО) с подробным рассмотрением отраслей ТЭК и карбоноёмких отраслей. В экологическом блоке модели МЭНЭК-ЭКО описывается эмиссия различных парниковых газов (CO₂, CH₄, N₂O и совокупности прочих парниковых

газов)¹⁸. К сожалению в публикации не описан логика модельного механизма влияния ограничений на выбросы ПГ на темпы экономического роста. В ней даны результаты анализа, но не ясна сама логика получения результата. Каким образом рост капитальных вложений в низкоуглеродные технологии порождает торможение экономического роста остается не ясным.

МЭНЭК-ЭКО является моделью межотраслевого баланса, в которой описываются продуктовые балансы в сопоставимы ценах (внутренних ценах базового года) и финансовые балансы производственных отраслей, домашних хозяйств и госбюджета в текущих (прогнозных) ценах. Составляющие финансовых балансов отраслей зависят от многих показателей, в том числе от прогнозной динамики цен на производимые и потребляемые продукты. Темпы роста цен на продукты являются искомыми переменными в задаче нелинейной оптимизации. Ценовая реакция производителей в модели определяется изменениями в уровне обеспеченности финансовыми ресурсами из-за увеличения текущих и капитальных издержек. Диапазоны изменений прогнозных значений темпов роста цен ограничены ценами на внешнем рынке (по аналогии с *netback prices*) и ценами на импортируемые продукты (экзогенные параметры).

Количество и характеристики сценариев. Рассматривается семь сценариев:

- базовый сценарий - инновационный вариант развития экономики, который соответствует гипотезе Энергетической стратегии России до 2030 г.;
- шесть сценариев развития экономики с различными уровнями сдерживания суммарной эмиссии ПГ в стране. В первых четырех сценариях предусматривается снижение эмиссии ПГ от всех источников в период 2015-2030 гг. от 1% до 15% относительно объемов эмиссии инновационного сценария. В пятом и шестом вариантах эмиссия ПГ от всех источников после 2020 г. снижена на 20% и 25% соответственно.

К сожалению, не ясно за счет каких мер политики снижаются выбросы в этих шести сценариях. Без этого сложно судить о надежности результатов анализа.

Макроэкономические допущения прогноза основаны на гипотезе о восстановлении после преодоления кризиса основных отраслевых и территориальных пропорций инновационного сценария «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации» (КДР), которую Правительство РФ утвердило в ноябре 2008 г.

Динамика выбросов ПГ. Автор приходит к выводу, что при отсутствии ограничений на эмиссию уровень выбросов 1990 г. будет превышен в 2028 г. Согласно его расчетам, только сдерживание эмиссии, превышающее 10% от уровня инновационного сценария, позволит до 2030 г. не превысить базовое значение 1990 года.

Динамика выбросов ПГ и экономический рост. Автор приходит к следующим выводам:

- ✓ слабое снижение эмиссии ПГ, не превышающее 1-2% от уровней инновационного сценария, практически не повлияет на темпы экономического развития страны;
- ✓ ужесточение ограничения на эмиссию ПГ усиливает торможение экономического развития;

¹⁸ См. подробнее: Малахов В.А., Дубынина Т.Г. Модель макроэкономических последствий ограничения эмиссии парниковых газов // Экономика и математические методы. 2010. Т. 46. № 2, с.100-117,



- ✓ при ужесточении требований по эмиссии чувствительность ВВП к ограничению выбросов ПГ увеличивается:
- ❖ при 25%-ом снижении эмиссии ВВП в 2020 г. снижается на 18,9% от уровня инновационного сценария, а среднегодовые темпы роста ВВП за период 2015-2020 гг. снижаются с 6,6% до 2,2%;
- ❖ в 2030 г. в варианте с 25%-ым снижением эмиссии ПГ ВВП снижается на 23,8% относительно уровня инновационного сценария (табл. 5.3);
- ❖ коэффициент эластичности снижения ВВП по ограничению на выбросы ПГ приближается к минус единице.

Таблица 5.3 Зависимость динамики ВВП от ужесточения ограничения на эмиссию ПГ в 2030 г.

Показатели	Единицы измерения	Снижение эмиссии ПГ относительно инновационного сценария						
		0%	1%	5%	10%	15%	20%	25%
Объём эмиссии в 2030 г.	млн.т. CO ₂ экв.	3407,9	3373,5	3237,0	3067,5	2897,0	2726,6	2556,5
ВВП в 2030 г.	трлн.руб.2007 г.	93,3	93,3	91,1	90,0	85,0	77,5	71,1
Прирост ВВП отн.2020 г.	%	66,0	66,0	66,0	64,0	61,5	56,0	56,0
Среднегодовые темпы роста ВВП в период 2020-2030 гг.	%	5,2	5,2	5,2	5,1	4,9	4,6	4,6
Прирост ВВП отн.2015 г.	%	128,5	128,5	123,2	120,5	108,3	90,0	74,2
Среднегодовые темпы роста ВВП в период 2015-2030 гг.	%	5,7	5,7	5,5	5,4	5,0	4,4	3,8

Источник: В.А. Малахов Влияние сдерживания эмиссии парниковых газов на перспективы экономического развития России//Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2010. Труды четвёртой международной конференции. М.: ИПУ РАН, 2010.

Автор объясняет этот эффект следующим образом: «выигрыш от снижения энергоёмкости и повышения эффективности производства в стране не покрывает потерь от снижения платежеспособного спроса и динамики производства в производственных секторах экономики при значительном сдерживании эмиссии ПГ». Это результат введения налога на углерод. В анализе используется только один инструмент политики ограничения выбросов¹⁹. При этом не ясно, какие параметры ценовой эластичности используются в модели МЭНЭК-ЭКО, учитывается ли в ней эффект ассиметричной ценовой эластичности.

¹⁹ Это подтверждается публикацией Малахов В.А., Дубынина Т.Г. Модель макроэкономических последствий ограничения эмиссии парниковых газов // Экономика и математические методы. 2010. Т. 46. № 2, с.100-117, в которой авторы указывают «представляется, что одной из самых действенных мер по стимулированию снижения эмиссии парниковых газов является введение платы за выбросы этих газов». Это также подтверждается в Малахов В.А. Оценка возможных макроэкономических последствий ограничений на эмиссию парниковых газов//Проблемы прогнозирования. 2010. №2 (119). С.53-67, где указано, что «целью модельных расчётов ... являлось определение величины платы за выбросы парниковых газов для каждого расчётного периода, при которой объёмы эмиссии парниковых газов от использования ТЭР в экономике снижаются до соответствующих уровней сценария без введения прямого ограничения на выбросы».

В последние годы имеет место довольно динамичный рост цен на энергоносители. Значительное повышение цен также намечено на перспективу. Оно отражает проблему дефицита дешевых энергоресурсов и связано не со снижением выбросов ПГ, а с очень высокой капиталоемкостью наращивания производства энергии. Капиталоемкость растет по мере ускорения экономического роста и, в конечном счете, его тормозит. По логике автора, уже сам этот факт должен тормозить экономический рост еще до того как введены какие-либо ограничения по выбросам ПГ. Однако, ценовые гипотезы для разных сценариев в публикации не отражены. Поэтому сложно судить какой же все-таки механизм кроется за полученными выводами.

Заметим, что выбросы по базовому сценарию в 2030 г. в этой публикации ИНЭИ 2010 г. на 35% выше значения прогноза по традиционному сценарию А.А. Макарова (2009) поскольку они содержат не только источники в секторе «энергетика», но и выбросы в промышленности, сельском хозяйстве и за счет управления отходами. В опубликованной также в 2010 г. статье Малахова и Дубыниной прогноз выбросов ПГ порожденных сектором энергетика в 2030 г. определен равным 2495 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв.}}$, в т.ч. CO_2 - 2486 млн. т; CH_4 - 3,2 млн. т и N_2O – 5,8 млн. т

Окончательный вывод автора: «столь сильное замедление экономического роста ставит под сомнение целесообразность удержания эмиссии ПГ в России на 20-25% ниже уровня 1990 года» требует дополнительных обоснований.

В работе В.А. Малахова «Оценка возможных макроэкономических последствий ограничений на эмиссию парниковых газов» рассмотрено два инструмента снижения выбросов:

- ✓ маневр структурой экономической деятельности в сценарии с поиском варианта развития экономики при введении прямого ограничения на эмиссию ПГ – LimitGHG (см. табл. 5.4);
- ✓ введение величины платы за выбросы ПГ, при которой объёмы эмиссии ПГ от использования ТЭР снижаются до заданных уровней - ChargeGHG.

Первый механизм не очень ясен. Автор пишет, что «введение прямого ограничения на эмиссию парниковых газов от использования ТЭР напрямую диктует снижение объёмов производства практически во всех отраслях (пропорционально ужесточению ограничения), что непосредственно снижает темпы роста ВВП. То есть его введение не предполагает запуска системы торговли на выбросы, что обычно происходит при введении так называемого механизма «cap and trade», внедрение других мер политики по снижению выбросов. Это слишком прямолинейный расчет.

На основе сравнения результатов расчётов автор приходит к выводу, что введение платы за выбросы является более гибкой мерой и приводит к меньшему снижению темпов развития экономики, нежели прямое ограничение эмиссии парниковых газов от использования ТЭР. В сценарии с введением платы за выбросы она растет до 71 долл/т $\text{CO}_{2\text{экв.}}$. В этом случае при расчете по среднегодовым темпам прироста получается, что коэффициент эластичности снижения ВВП по ограничению на выбросы ПГ равен не минус единице, а только -0,3.

В этой статье автор описывает механизм данного явления:

- ✓ при введении платы за выбросы ПГ снижение динамики ВВП обусловлено относительным ухудшением финансового состояния в производственных отраслях;
- ✓ начинает замедляться развитие более карбоноёмких отраслей с наименее устойчивым финансовым состоянием;



- ✓ это приводит к снижению темпов роста инвестиций в экономике и падению спроса на машины и оборудование и строительно-монтажные работы;
- ✓ затем по цепочкам межотраслевых связей уменьшился рост выпусков и в некоторых других отраслях.

Таблица 5.4 Основные макроэкономические результаты расчётов по модели МЭНЭК-ЭКО

Сценарии		Среднегодовые темпы роста			
		2010	2015-2010	2020-2015	2030-2020
ВВП	<i>инновационный</i>	0,066	0,063	0,064	0,052
	<i>LimitGHG</i>	0,065	0,060	0,056	0,042
	<i>ChargeGHG</i>	0,066	0,063	0,058	0,045
Эмиссия парниковых газов от использования ТЭР млн. т. CO ₂ экв.	<i>инновационный</i>	1773,8	1987,2	2189,8	2494,9
	<i>LimitGHG</i>	1756,3	1826,2	1829,9	1805,2
	<i>ChargeGHG</i>	1755,9	1827,1	1831,3	1805,9
Норма выплаты за выбросы парниковых газов долларов США/ т. CO ₂ экв.	<i>инновационный</i>	0	0	0	0
	<i>LimitGHG</i>	0	0	0	0
	<i>ChargeGHG</i>	10	30	42	71

Источник: В.А. Малахов. Оценка возможных макроэкономических последствий ограничений на эмиссию парниковых газов//Проблемы прогнозирования. 2010. №2 (119). С.53-67.

К данной логике есть несколько вопросов. Во-первых, плата за углерод собирается в виде налога (по прогнозу автора около 5% налоговых поступлений в консолидированный бюджет), а как он использован, не показано. Он может быть направлен на инвестиции с низкоуглеродные технологии, тем самым вывод о снижении «темпов роста инвестиций в экономике и падению спроса на машины и оборудование и строительно-монтажные работы» может быть неверным. В процессе работы по данному проекту автор дает следующие пояснения:

В публикациях ИНЭИ РАН, описывающих «экологические» варианты развития экономики России, были рассмотрены только прямые (модельные!) ограничения прогнозных объёмов эмиссии относительно варианта без каких либо ограничений. Мерой, которую на момент написания статей возможно было исследовать на модельном макроэкономическом межотраслевом уровне являлось введение налога на углерод – это и было сделано в варианте ChargeGHG. Дать приемлемый количественный ответ на вопрос за счет каких других мер возможно достижение полученных значений эмиссии на модельном макроэкономическом уровне не представляется возможным (что обусловлено объективными информационными и методическими проблемами). Помимо введения налога на углерод, другой причиной увеличения нагрузки на бюджеты производственных отраслей является заметно более высокий рост цен на потребляемую электроэнергию, обусловленный ростом текущих издержек (налог на углерод) и капитальных затрат в электроэнергетике в экологических вариантах. При введении налога на углерод только текущие издержки в электроэнергетике могут дополнительно увеличиться на 7-60 млрд.долл. в год (в зависимости от величины налога). Кроме того, необходимые в экологических вариантах капитальные затраты в технологии чистой

генерации (и улавливания) заметно превосходят капитальные затраты на технологии, традиционно используемые в отрасли».

Вопрос об использовании средств, поступающих госбюджету за счет «налога на углерод» в предоставленных публикациях не рассматривался. Однако, количественные оценки возможных макроэкономических мультипликативных эффектов инвестиций в низкоуглеродные технологии также можно подвергнуть сомнению, поскольку эти технологии, как правило, обладают большей капиталоемкостью и меньшей отдачей на вложенный капитал (рентабельностью инвестиций). Это подтверждается на протяжении нескольких десятков лет на опыте стран Западной Европы, где низкоуглеродная энергетика и смежные отрасли экономики тем или иным способом дотируются государством и «традиционными» секторами экономики.

Кроме того, для оценки народнохозяйственной эффективности инвестиций в низкоуглеродные технологии требуются прогнозные оценки внешнего и внутреннего спроса и соответствующих цен на продукцию отраслей, использующих эти технологии, причем на долгосрочную перспективу. Проведенные предварительные исследования ИНЭИ РАН на эту тему по основным карбооемким отраслям (электроэнергетика и теплоснабжение, металлургия, химическая промышленность, промышленность стройматериалов) показывают, что в российских условиях освоение потенциала внедрения низкоуглеродных технологий во многих случаях является не только коммерчески, но макроэкономически неэффективным (даже с возможным гос. дотированием).

Во-вторых, снижение конкурентоспособности отсталых производств при введении налога на углерод стимулирует обновление парка производственного оборудования. И даже если имеет место временное замедление экономического роста, это не значит, что он не может ускориться после проведения такой модернизации. Пояснения автора:

Утверждение, что налог на углерод в качестве своеобразного кнута может стимулировать обновление парка производственного оборудования и в далекой перспективе ускорить экономическое развитие справедлив в той же мере, как и тезис о том, что удорожание энергии в мире стимулирует рост эффективности производства и способствует увеличению темпов роста экономики. Первая часть (про стимулирующую функцию), безусловно, справедлива и подтверждается опытом..., а вот вторая часть (про ускорение экономического развития в перспективе) недоказуема. Возникает вопрос: ускорение относительно какой динамики перспективного развития? В наших расчетах мы сравнивали воздействие сдерживания эмиссии ПГ и дополнительного удорожания энергии относительно варианта без экологических мер. Однако этот вариант разрабатывался не просто как инерционный сценарий BAU. При его разработке были проанализированы и учтены более 3000 крупных инвестиционных проектов реализуемых или планируемых к реализации в различных отраслях экономики (на уровне регионов и конкретных крупных предприятий) – т.е. учтена доступная нам информация о потенциале модернизации экономики (насколько она реалистична – тема другой дискуссии). Поэтому вывод о том, что налог на эмиссию ПГ неизбежно замедлит темпы развития экономики в обозримой перспективе подкреплен количественным анализом и результатами модельных (не только макроэкономических) исследований. Для оценки долгосрочного влияния инвестиций в низкоуглеродные технологии на развитие экономики необходимы прогнозные оценки объемов и доходности рынков соответствующей продукции, которых мы не имеем.

В-третьих, как показывает автор, доля добычи полезных ископаемых в ВВП в сценарии с налогом на углерод снижается, а значит, снижается потребность в капитальных вложениях в эти отрасли с существенным ростом капиталоемкости, где на перспективу инвестиции нужны не столько для наращивания производства, сколько для поддержания имеющегося уровня добычи из-за ее падения на старых месторождениях. Пояснения автора:

Снижение доли добычи полезных ископаемых в ВВП лишь косвенным образом связано с динамикой их инвестиций. Согласно методологии СНС отраслевая структура экономики должна определяться по счету производства ВВП (а не по направлениям его использования), в наших расчетах относительное снижение выпуска и выручки добычных отраслей обусловили относительное снижение производимой ими добавленной стоимости и уменьшение их доли в ВВП. Обуславливать динамику инвестиций в добычных отраслях с изменениями их доли в ВВП некорректно.

В-четвертых, введение налога на углерод должно приводить к снижению внутреннего потребления углеводородного топлива, а при заданных объемах его добычи экспорт топлива должен возрасти, давая импульс развитию нефтегазовому сектору экономики. Однако, в расчетах авторов экспорт нефти и газа в сценарии с платой за выбросы немногим ниже, чем в базовом сценарии поскольку уровни добычи нефти и газа в сценарии с платой за выбросы снижаются. Пояснения автора:

В макроэкономических расчетах ИНЭИ РАН экзогенными параметрами являются не прогнозные объемы добычи видов углеводородного сырья, а максимальные перспективные объемы экспорта (спрос на внешних рынках). Объемы добычи в расчетах были искомой переменной, зависящей от спроса (в рамках имеющихся мощностей) и динамики инвестиций (которые определяют производственные мощности). Вывод о том, что при снижении внутреннего спроса должны увеличиться объемы экспорта углеводородов являются некорректными. В этом отношении в расчетах мы исходили из двух посылок: во-первых, спрос на внешних рынках не зависит от конъюнктуры на внутреннем рынке. Во-вторых, в экологических сценариях мы предполагали, что меры сдерживания эмиссии ПГ будут вводиться в России при одновременном ужесточении экологической политики в Европе, что согласно количественным оценкам нашего института должно приводить к снижению спроса на российские углеводороды в Европе.

В-пятых, как известно, основным источником прироста выбросов ПГ является электроэнергетика. В сценарии с налогом на углерод объем потребления электроэнергии падает на 23%, объем ВВП – на 9%, а доля электроэнергетики в ВВП по каким-то причинам вместо снижения оказалась даже выше, чем в базовом сценарии. Кстати, в этой работе оценки объемов потребления электроэнергии в 2030 г. снижаются до 1702-2200 млрд. кВт-ч против оценок 2008 г. – 1930-2140 млрд. кВт-ч. Пояснения автора:

В статье прогнозная отраслевая структура ВВП приведена в текущих ценах (в ценах прогнозных лет), поскольку в официальной статистической отчетности она также приводится в фактически действовавших ретроспективных ценах. Основной причиной роста доли электроэнергетики в ВВП в прогнозных ценах является значительный дополнительный рост цен электроэнергии при введении налога на эмиссию ПГ и рост капиталоемкости отрасли. При этом увеличение добавленной стоимости отрасли при удорожании электроэнергии превосходит снижение, вызванное падением продаж электроэнергии. Однако, в наших исследованиях мы определяем прогнозную структуру экономики и в сопоставимых ценах (просто для экономии объема эти результаты не попали в статью). В сопоставимых ценах доля

электроэнергетики в ВВП снижается с отчетных 3,3% (в 2010 г) до 2,2% в конце прогнозного периода.

Автор показывает, что в экономике будут происходить заметные структурные сдвиги в пользу роста доли услуг в сценарии в налогом до 60,2% против 53,5% в базовом сценарии. Сфера услуг является сектором с одним из самых низких удельных выбросов ПГ. Поэтому результат такого расчета очень чувствителен к гипотезе об объемах капитальных вложений и капиталоотдаче в сфере услуг.

5.4 Ф.В. Веселов, А.А. Макаров, В.А. Малахов

Влияние мер по ограничению эмиссии парниковых газов на развитие экономики и энергетики России. Известия Академии Наук. №4. 2010, сс. 69-85.

Эта статья развивает тему оценки диапазонов динамики выбросов ПГ и оценки влияния мер по ограничению эмиссии парниковых газов на развитие экономики и энергетики России.

Горизонт прогноза 2010-2030.

Модели. Оптимизационные расчеты, выполнены с использованием динамической модели развития электроэнергетики в ТЭК (EPOS) и модели МЭНЭК-ЭКО.

Количество и характеристики сценариев. Рассматривается пять сценариев:

- ✓ базовый сценарий - вариант развития экономики, который в целом соответствует инновационному сценарию Энергетической стратегии России до 2030 г.;
- ✓ четыре сценария введения платы за углерод с 2015 г., которая растет до 25, 50, 75 и 100 долл./т $\text{CO}_{2\text{экв}}$.

Таким образом, проводится анализ только одной меры политики с разной интенсивностью ее применения.

Макроэкономические допущения прогноза соответствуют инновационному сценарию Энергетической стратегии России до 2030 г. Согласно ему в инновационном сценарии в отсутствие ограничений на эмиссию ПГ, среднегодовые темпы роста ВВП за период с 2015 по 2020 гг. составляют 6,6%, а в 2021-2030 гг. – 5,2%. В инновационном сценарии в 2007-2030 гг. ВВП растет в 2,84 раза.

Динамика выбросов ПГ. При отсутствии ограничений на эмиссию выбросы растут до 2048 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв}}$ к 2020 г. и до 2238 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв}}$ к 2030 г. То есть, объемы выбросов на 2030 г. для базового сценария на 10% снижены по сравнению в прежними оценками ИНЭИ (см. выше). и уже не превышают уровень 1990 г. вплоть до 2030 г. В сценариях с платой за углерод выбросы в 2030 г. не превышают 1822 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв}}$.

Авторы приходят к следующим выводам:

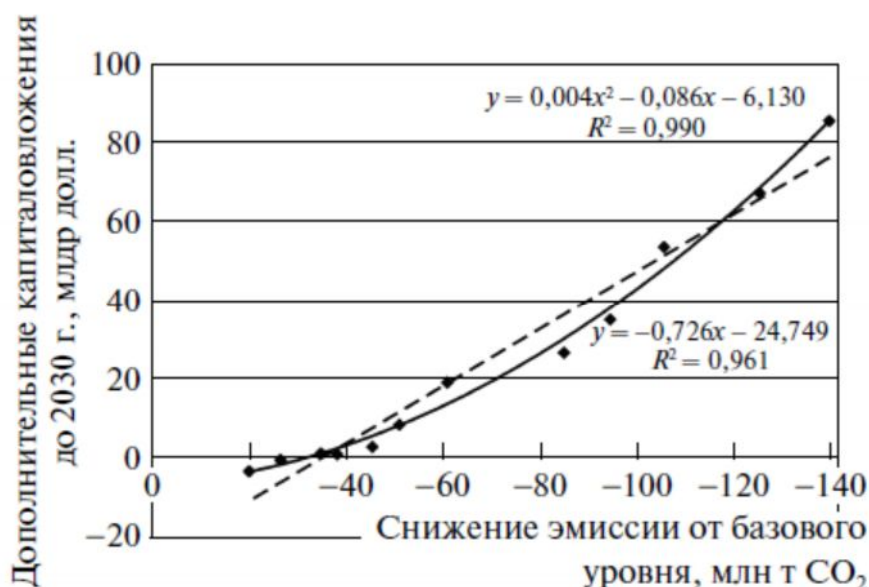
- ✓ введение платы за выбросы CO_2 создаст экономические стимулы для структурных и технологических изменений в электроэнергетике, которые уменьшат в 2030 г. эмиссию ПГ относительно базового уровня на 140 млн. т CO_2 (т.е. почти на 20%);
- ✓ минимальная плата за выбросы (25 долл./т CO_2 – вариант 1) обеспечит 37% от этого объема (>50 млн. т), еще столько же даст ее повышение до 50 долл./т CO_2 ;

- ✓ переход к более высоким уровням платы дает все меньший эффект;
- ✓ годовая эмиссия сокращается в сравнении с базовым уровнем, но ее абсолютные объемы до 2030 г. возрастают при введении платы ниже уровня 100 долл./т CO₂экв, начина с которого достигается стабилизация выбросов после 2020 г.;

Снижение эмиссии ПГ обеспечивается уменьшением доли угольных станций в выработке электроэнергии с 16 до 8-12%, газовых с 21 до 15-17%, доля ТЭЦ увеличивается с 23 до 27–31%. доля неуглеродных источников растет с 39 до 41–46%. Комментируя эту часть выводов отметим, что эффект снижения потребления электроэнергии по мере ввода платы за углерод в расчетах не учитывается, а он должен быть.

Авторы отмечают, что изменения в структуре генерирующих мощностей, вызванные платой за выбросы CO₂, приведут к дополнительным капиталовложениям в более дорогие проекты неуглеродной энергетики и ТЭЦ, имеющие меньшие или нулевые удельные выбросы CO₂ (см. рис. 5.4). Вариант использования платы за выбросы на развитие низкоуглеродных технологий или повышение эффективности использования электрической и тепловой энергии в работе не рассматривается.

Рисунок 5.4 Соотношение дополнительных капиталовложений и объемов снижения эмиссии CO₂ в электроэнергетике (относительно базового варианта).



Источник: Веселов Ф.В., Макаров А.А., Малахов В.А. Влияние мер по ограничению эмиссии парниковых газов на развитие экономики и энергетики России. Известия Академии Наук. №4. 2010, сс. 69-85.

Вторая часть этой статьи посвящена теме ранее рассмотренной в статьях В.А. Малахова и Т.Г. Дубыниной (см. выше). Выводы полученные ранее несколько уточняются. Указывается, что после 2020 г. снижение среднегодовых темпов роста ВВП при введении ограничений на выбросы становится менее ощутимым: в 2020–2030 гг. среднегодовые темпы роста ВВП снижаются с 5,2% в инновационном сценарии до 4,6% при 25%-ом сдерживании эмиссии ПГ.



5.5 Прогноза развития энергетики мира и России до 2035 г. ИНЭИ РАН и РЭА. М. 2012. Сайт ИНЭИ РАН.

В последнем прогнозе развития энергетики мира и России до 2035 г. ИНЭИ РАН и РЭА даны оценки выбросов ПГ до 2035 г.

Горизонт прогноза 2012-2035.

Модели. Комплекс моделей ИНЭИ РАН.

Макроэкономические допущения прогноза В 2011-2035 гг. ВВП растет в 3 раза. Снижение энергоемкости ВВП составит 60% к 2035 г. Выработка электроэнергии растет до 1930 млрд. кВт-ч. Производство электроэнергии на НВЭИ растет к 2035 г. до 60 млрд. кВт-ч, включая малые ГЭС и до 40 млрд. кВт-ч без их учета, на АЭС - до 420 млрд. кВт-ч, на ГЭС – до 210 млрд. кВт-ч.

Динамика выбросов ПГ. Выбросы парниковых газов сектора «энергетика» увеличиваются до 2500 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв}}$ к 2035 г. в основном за счет роста эмиссии в электроэнергетике и на транспорте. Таким образом, даже в 2035 г. они не превышают уровня 1990 г. Фактически этот прогноз является экстраполяцией инновационных (традиционных) сценариев рассмотренных ранее и на 10% ниже оценки на 2035 г., сделанной по традиционному сценарию, опубликованному в 2008 г. То есть, за период 2008-2012 гг. пересмотр оценок динамики выбросов по этому сценарию составил около 10%. Это практически равно коррекции прогноза ИНЭИ 2008 г. сделанного ЦЭНЭФ (см. рис. 5.2), что говорит о допустимости таких коррекций и их адекватности.

6 Прогноз ВШЭ

6.1 ВШЭ. Ю.Н.Федоров, Г.В.Сафонов, А.Т.Багиров. Низкоуглеродная экономика России: тенденции, проблемы, возможности. – М., 2009. – 32 с. Подготовлено при поддержке Strategic Programme Fund (Великобритания).

Горизонт прогноза 2010-2025. Часть расчетов проведена до 2030 г.

Модель. Модель TIMES, адаптированная к российским условиям. Модель откалибрована для России О.В. Луговым (Фонд защиты природы), экспертами ГУ-ВШЭ и ИЭПП в сотрудничестве с представителями программы ETSAP Международного энергетического агентства (МЭА). Модель включает источники выбросов парниковых газов (ПГ), связанным только со сжиганием топлива для производства электроэнергии и тепла. В публикации модель подробно не описана.

Количество и характеристики сценариев. Рассматривается несколько сценариев основанных на базовых сценариях МЭР:

- ✓ инновационный на основе КДР-2020;
 - инновационный-кризисный 1;
 - инновационный-кризисный 2;
- ✓ энергосырьевой;
- ✓ инерционный сценарий с введением налога на выбросы CO₂ растущего с 15 до 25 долл./т CO₂ в 2013-2025 гг.;
- ✓ ограничение выбросов CO₂ и торговля квотами (с учетом доступа на международный рынок квот) при условии роста рыночной цены также с 15 до 25 долл./т CO₂ в период 2013-2025 гг.

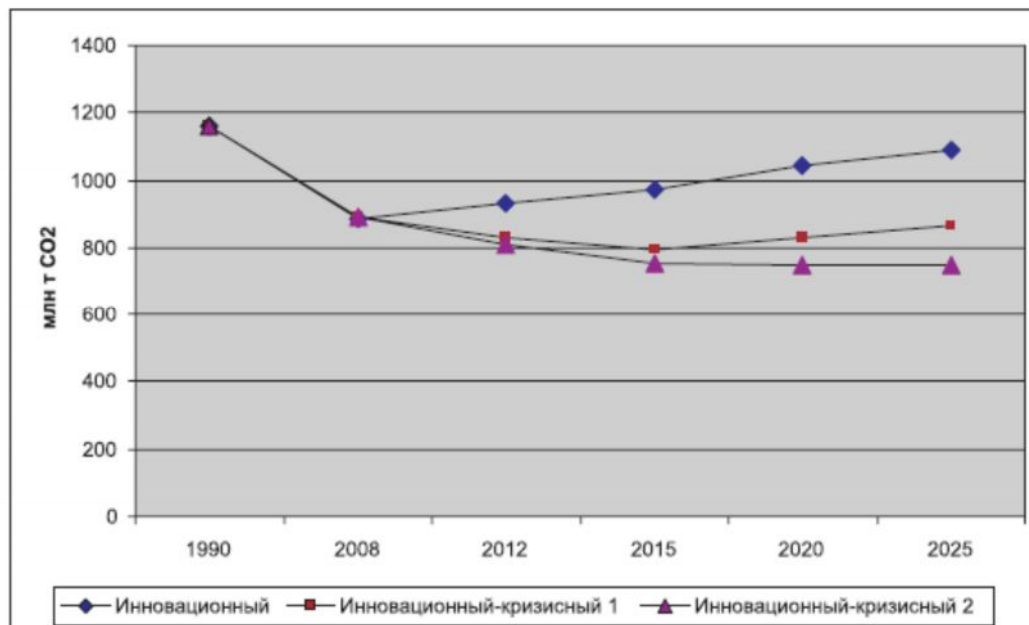
Макроэкономические допущения прогноза основаны на данных прогноза МЭР по КДР-2020 по состоянию на 2008 г. В сценарии обозначенном как инновационный-кризисный 1 предполагается падение промышленного производства и спроса на электроэнергию на 10%²⁰ в 2009 г., стабилизация на этом уровне на 2010-2011 гг., рост до уровня 2008 г. в 2012 г. с последующим ростом согласно инновационному сценарию КДР-2020 (в среднем на 6,5% в год). То есть, это сценарий с высокими темпами экономического роста за пределами 2012 г. В сценарии инновационный-кризисный 2 допускается падение промышленного производства и спроса на электроэнергию на 10% в 2009 г., стабилизация на этом уровне на 2010-2011 гг., рост до уровня 2008 г. к 2012 г. с последующим ростом в среднем 4,5% в год. То есть, это сценарий с более реалистичными темпами роста экономики после 2012 г.

В публикации ничего не сказано о росте ВВП и индикаторах экономической активности в других секторах экономики-потребителях электрической и тепловой энергии. Нет также сведений о том, какие уровни производства электроэнергии соответствуют описанным сценариям.

²⁰ Заметим, что падение потребления электроэнергии в кризисе, как правило, не бывает таким же глубоким как падение индекса промышленного производства.

Динамика выбросов CO₂. Авторы указывают, что динамика эмиссии при инновационном и энерго-сырьевом сценариях практически совпадает. В 2025 г. выбросы остаются на 7% ниже уровня 1990 г. (рис. 6.1).

Рисунок 6.1 Динамика выбросов ПГ в прогнозе ВШЭ



Источник: Ю.Н.Федоров, Г.В.Сафонов, А.Т.Багиров. Низкоуглеродная экономика России: тенденции, проблемы, возможности. – М., 2009. – 32 с.

В инерционном сценарии выбросы в 2020 г. на 15-20% ниже значения для 1990 г. к 2020 г., а к 2025 г. они снижаются до уровня на 24% от выбросов 1990 г. Коррекция этих результатов на кризис показывает, что в сценарии «инновационно-кризисный-1» к 2020 г. выбросы будут в 2020 г. на 28%, а в 2025 г. – 26% ниже уровня 1990 года. В более реалистичном сценарии «инновационно-кризисный-2» в 2020 г. выбросы оказываются на 36%, а к 2025 г. на 35% ниже уровня 1990 г.

Таким образом, по мнению авторов, без специальных мер политики выбросы в секторе генерации электрической и тепловой энергии до 2020-2025 гг. не превысят не только уровня 1990 г., но и даже уровня 2008 г. То есть роста выбросов в этом секторе не будет.

Кроме того, авторы рассматривают сценарии с мерами политики по снижению выбросов: введением налога на выбросы и системы торговли квотами. Они не описывают детально эту серию расчетов, но формулируют следующие выводы:

- ✓ создание системы торговли квотами и внутреннего углеродного рынка, связанного с международным приводит к сокращению выбросов на 10-15% от уровня 2008 г. при ценах на углеродном рынке в диапазоне 10-25 долл. США/т CO₂²¹;
- ✓ влияние налога на выбросы CO₂ оказалось несущественным на перспективу до 2020 г.;
- ✓ определены десятки сценариев, при которых удастся стабилизировать и направить на снижение динамику выбросов парниковых газов в России;

²¹ Это означает, что выбросы можно снизить до уровня на 45-50% ниже значения 1990 г.



- ✓ снижение выбросов парниковых газов возможно в случае принятия достаточно агрессивной политики по снижению выбросов в стране, создания внутреннего рынка квот на выбросы ПГ, связанной с мировым углеродным рынком для обеспечения притока внешних инвестиционных ресурсов в модернизацию и повышение эффективности производства, снижение выбросов ПГ в различных секторах экономики.

Таким образом, введение системы торговли квотами, по мнению авторов, в отличие от введения налога на углерод, позволит снизить выбросы от сектора электро- и теплоэнергетики на 45-50% при цене углерода растущей к 2025-2030 гг. до 10-25 долл. США/т CO₂. Этот вывод контрастирует с выводом ИНЭИ РАН о том, только после введения платы не ниже 100 долл./т CO_{2экв}, в электроэнергетике достигается стабилизация выбросов после 2020 г.²²

²² Веселов Ф.В., Макаров А.А., Малахов В.А. Влияние мер по ограничению эмиссии парниковых газов на развитие экономики и энергетики России. Известия Академии Наук. №4. 2010, сс. 69-85.

7 Прогнозы АНХ и ИЭПП

7.1 АНХ. D. Fomchenko, D. Gordeev, V. Potashnikov. Academy of National Economy, Moscow, Russia. O. Lugovoy. Environmental Defense Fund, Washington, USA. Carbon Emissions Projections for Russia: baseline vs. policy estimates. International Energy Workshop 2010, June 24, Stockholm.

Горизонт прогноза: 2000-2050.

Модель. RU-TIMES. Включает энергетический сектор, промышленность, строительство и транспорт. В публикации подробно не описана.

Количество сценариев. Рассматриваются три сценария:

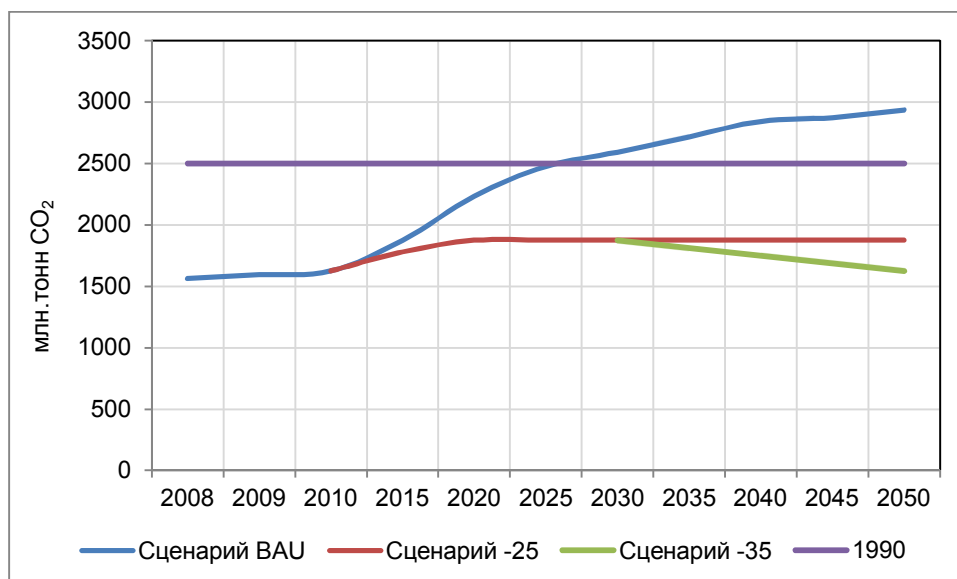
- ✓ базовый (“BAU”);
- ✓ снижение выбросов на 25% от уровня 1990 г. к 2020 г. (использование лучших технологий, отсутствие улавливания и хранения углерода);
- ✓ снижение выбросов на 35% от уровня 1990 г. к 2020 г. (использование лучших технологий, отсутствие улавливания и хранения углерода).

Макроэкономические допущения прогноза. Блок макроэкономических допущений один на все три сценария. В прогнозе темп роста ВВП в 2010-2050 гг. задан в среднем на уровне 4% в год.

Информации по темпам снижения энергоемкости, динамике потребления конечной энергии, производства и потребления электроэнергии в публикации не представлено.

Динамика выбросов CO₂. Согласно базовому сценарию, уровень выбросов 1990 г. достигается в 2025 г. Выбросы CO₂ в этом сценарии растут до 2937,5 млн. т в 2050 г. В сценарии 2 («-25») они остаются на уровне 1875 млн. т в 2015-2050 гг., а в сценарии 3 («-35») снижаются до 1625 млн. т в 2050 г.

Рисунок 7.1 **Динамика выбросов CO₂ от сжигания топлив по сценариям, оценки 2011 г. в сценариях «Carbon Emissions Projections for Russia: baseline vs. policy estimates»**



Источник: рассчитано по O. Lugovoy, D. Fomchenko, D. Gordeev, V. Potashnikov «Carbon Emissions Projections for Russia: baseline vs. policy estimates» International Energy Workshop 2010, June 24, Stockholm.

7.2 О. Луговой, В. Поташников, Д. Гордеев. Сценарные прогнозы выбросов парниковых газов в России. Анализ чувствительности к предпосылкам. Центр Экономического Моделирования Энергетики и Экологии. Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, 16-19 января 2013 г. в рамках Гайдаровского Форума. Оценки даны от 2011 и 2012 года.

Горизонт прогноза 2000-2050.

Модель. RU-TIMES. Включает такие сектора экономики, как электроэнергетика, металлургия, транспорт, жилищное хозяйство, население, нефтепереработка, производство цемента и др.

Количество сценариев. Рассматриваются пять сценариев:

- ✓ BASE – отсутствие технологического прогресса, для прогноза используются те же технологии, что и сейчас.
- ✓ BAU – сценарий минимальных издержек.
- ✓ CAP50 – сценарии с постепенным снижением выбросов CO₂ на 50% от уровня 1990 г. к 2050 г.;

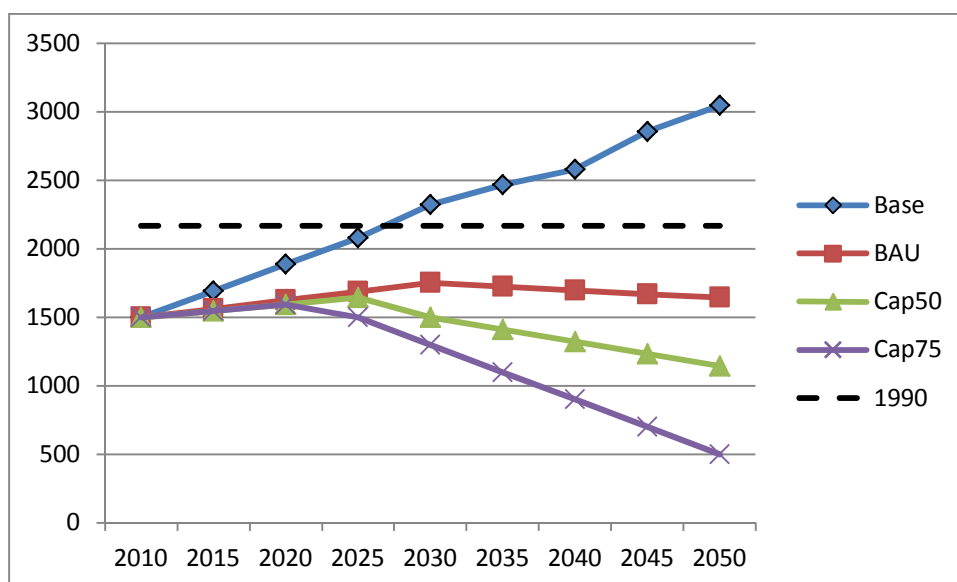
- ✓ CAP75 – сценарии с постепенным снижением выбросов CO₂ на 75% от уровня 1990 г. к 2050 г.;
- ✓ TAX – сценарий с налогом на CO₂ с постепенным ростом от 15 до 50 долл. США за тонну CO₂ с 2015 г. до 2050 г.

Макроэкономические допущения прогноза. Данных нет.

Информации по темпам снижения энергоемкости, динамике потребления конечной энергии производства и потребления электроэнергии не представлено.

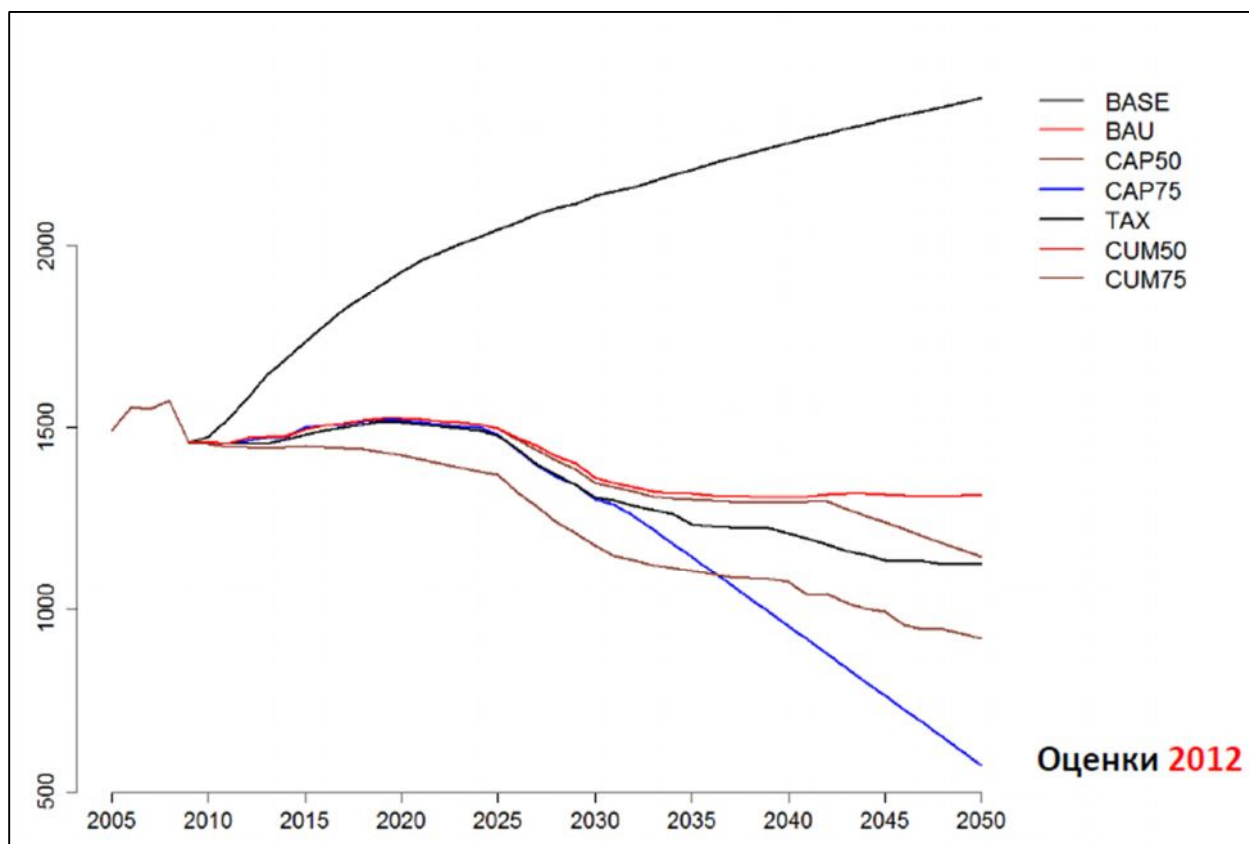
Динамика выбросов CO₂. В презентации представлены графики динамики объема выбросов (рис. 7.2).

Рисунок 7.2 Динамика выбросов CO₂ от сжигания топлив по сценариям, оценки 2011 года в работе «Сценарные прогнозы выбросов парниковых газов в России. Анализ чувствительности к предпосылкам»



Источник: О. Луговой, В. Поташников, Д. Гордеев «Сценарные прогнозы выбросов парниковых газов в России. Анализ чувствительности к предпосылкам». Центр Экономического Моделирования Энергетики и Экологии. Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, 16-19 января 2013 г. в рамках Гайдаровского Форума.

Рисунок 7.3 Динамика выбросов CO₂ от сжигания топлив по сценариям, оценки 2012 года



Источник: О. Луговой, В. Поташников, Д. Гордеев «Сценарные прогнозы выбросов парниковых газов в России. Анализ чувствительности к предпосылкам». Центр Экономического Моделирования Энергетики и Экологии. Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, 16-19 января 2013 г. в рамках Гайдаровского Форума.

Выводы. На основе проведенного анализа авторами сформулированы следующие выводы:

- ✓ анализ на основе минимальных издержек показывает практическую недостижимость уровня выбросов 1990 г.;
- ✓ вероятность того, что выбросы не превысят уровень -25% от 1990 г., составляет 75%;
- ✓ основным источником сокращения выбросов является модернизация, переход на более энергоэффективное оборудование производства;
- ✓ важным фактором, влияющим на выбросы в среднесрочной перспективе, является скорость обновления устаревшего оборудования промышленности;
- ✓ климатическая политика напрямую связана с модернизацией и повышением энергоэффективности экономики;
- ✓ ограничительное воздействие климатической политики на экономический рост сильно преувеличено.

8 МЭА

8.1 «Обзоры мировой энергетики» (World Energy Outlook) за 2004-2012 гг.

МЭА регулярно делает прогнозы выбросов ПГ от сектора «энергетика» России, которые публикуются в двух источниках:

- ✓ «Обзоры мировой энергетики» (World Energy Outlook) за 2004-2012 гг.;
- ✓ Перспективы энергетических технологий (Energy Technology Perspectives) за 2006 г., 2008 г., 2010 г. и 2012 г.

В ежегодных обзорах МЭА «World Energy Outlook» публикуются прогнозы по мировой энергетике и развитию энергетики важнейших регионов и стран, в число которых попадает и Россия. Для анализа в данной работе выбраны публикации за 2004 г. и 2006-2012 гг., что позволяет оценить эволюцию оценок МЭА. В публикациях МЭА приводятся подробные прогнозы по базовому и по альтернативным сценариям, предполагающим принятие дополнительных мер по повышению энергоэффективности и снижению выбросов.

Горизонт прогноза. Горизонт прогноза постепенно смещался: первоначально оценки давались на 2010-2030 гг., а позже – на 2010-2035 гг.

Горизонт прогноза представленного в «Перспективах энергетических технологий 2012» (Energy Technology Perspectives 2012) – 2010-2050 гг.

Модель. В публикациях МЭА модель подробно не описана. Однако, в 2011 г. при подготовке «World Energy Outlook 2011» со специальным разделом по России (три главы) МЭА использовала ЦЭНЭФ как спаринг-партнера при формировании прогноза. То есть МЭА и ЦЭНЭФ делали прогнозные оценки при одинаковых допущениях и затем результаты сравнивались. Это позволило познакомиться с логикой расчетов МЭА. МЭА использует имитационную модель с выделением отдельных секторов и технологий.

Количество сценариев. В публикациях последних лет рассматривается три сценария:

- ✓ сценарий текущих мер политики (current policies scenario);
- ✓ сценарий с новыми мерами политики (new policies scenario);
- ✓ сценарий выхода на уровень концентрации 450 ppm CO_{2экв}.

Базовый сценарий - сценарий текущих мер политики - предполагает сохранение уже принятых на момент составления отчета мер политики по ограничению эмиссии ПГ, даже если эти меры еще не полностью воплощены. Они включают: снижение удельных расходов энергии в зданиях на 19% в 2009-2035 гг.; снижение энергоемкости сферы услуг на 37%; снижение субсидий на использование газа и электроэнергии в жилом секторе на 1% в год, и газа в промышленности - на 1,5% в год, а также ликвидацию субсидий на электроэнергию в промышленности к 2020 г.²³. Сценарий новых мер политики предполагает принятие дополнительных мер, которые позволят снизить энергоемкость ВВП на 40% в 2007-2020 гг., обеспечить снижение удельного расхода энергии в жилых зданиях на 26% к 2035 г., в сфере услуг – на 48%, а также ликвидацию субсидий с удвоенной скоростью. Наконец, «сценарий 450» предполагает введение внутренней

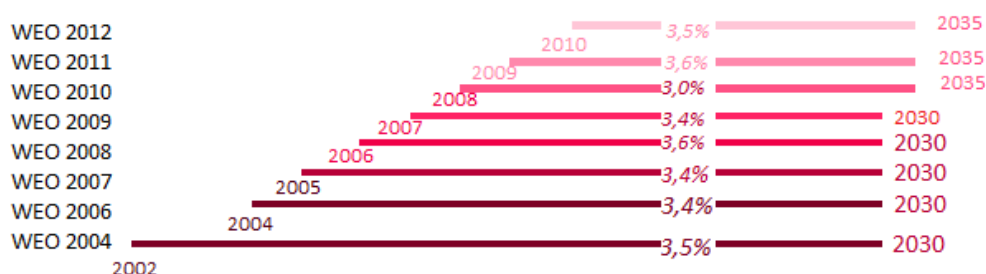
²³ Заметим, что понятие «субсидии» в трактовке МЭА очень уязвимо. Согласно ему в США после падения цен на газ промышленность также получает субсидии на газ и электроэнергию.

торговли квотами на выбросы ПГ к 2020 г., введение стандартов на выбросы автомобилями на уровне 120г CO_{2экв}./км к 2035 г.; снижение удельного расхода энергии в зданиях на 41% к 2035 г., в сфере услуг – на 58%, снижение субсидий на использование газа и электроэнергии в жилом секторе на 10% в год.

Кроме того в WEO 2012 рассматривается также сценарий «эффективного мира» (Efficient World Scenario). В публикации МЭА «Перспективы энергетических технологий 2012» рассматриваются также сценарии потепления на 2°C, 4°C и 6°C.

Макроэкономические допущения прогноза из года в год меняются мало (рис. 8.1). МЭА пользуется макроэкономическими прогнозами специалистов ОЭСР. Оценки темпов роста ВВП несколько снизились во время последнего кризиса, но как только кризисные 2008-2009 гг. были выведены из базы для расчета среднегодовых темпов роста ВВП, они вернулись к уровню равному в среднем 3,5% в год в 2010-2035 гг. В итоге при таких темпах роста ВВП в 2010-2035 гг. увеличивается без малого в 2,4 раза.

Рисунок 8.1 Среднегодовые темпы роста ВВП в прогнозах МЭА



Источник: ЦЭНЭФ на базе “World Energy Outlook” за 2004-2012 гг.

В опубликованном в 2012 г. прогнозе предполагается, что население России снизится до 133 млн. чел в 2035 г. В прогнозе также задаются уровни производства важнейших видов промышленной продукции, динамика площади жилых и общественных зданий, обеспеченности транспортными средствами, ценовые и др. параметры экономической активности для отдельных секторов.

Темпы снижения энергоемкости. Вслед за ретроспективной динамикой энергоемкости ВВП в России менялись взгляды МЭА в отношении возможного прогресса этого показателя в перспективе. Если в 2004 г. МЭА полагало, что в 2010-2030 гг. возможно снижение энергоемкости ВВП на 32% в базовом сценарии и на 40% в альтернативном, то в обзоре 2012 г. в базовом сценарии допускается ее снижение на 38%, в сценарии с новыми мерами политики – на 41%, а в сценарии «450» - на 49%. В среднем в 2010-2020 гг. в разных сценариях энергоемкость ВВП снижается на 2,7-3,4% в 2010-2020 гг. и на 2,0-3,1% - в 2021-2035 гг. Естественное снижение энергоемкости ВВП за счет структурных сдвигов при заданных темпах роста ВВП равно соответственно 2,7 и 2,4% в год. То есть, за счет технологического фактора повышение энергоэффективности должно составить до 0,7% в год до 2020 г. и до 1% в год – в 2021-2035 гг. Другими словами, допущения МЭА о возможности снижения энергоемкости ВВП России даже в сценарии «450» - не самые революционные.

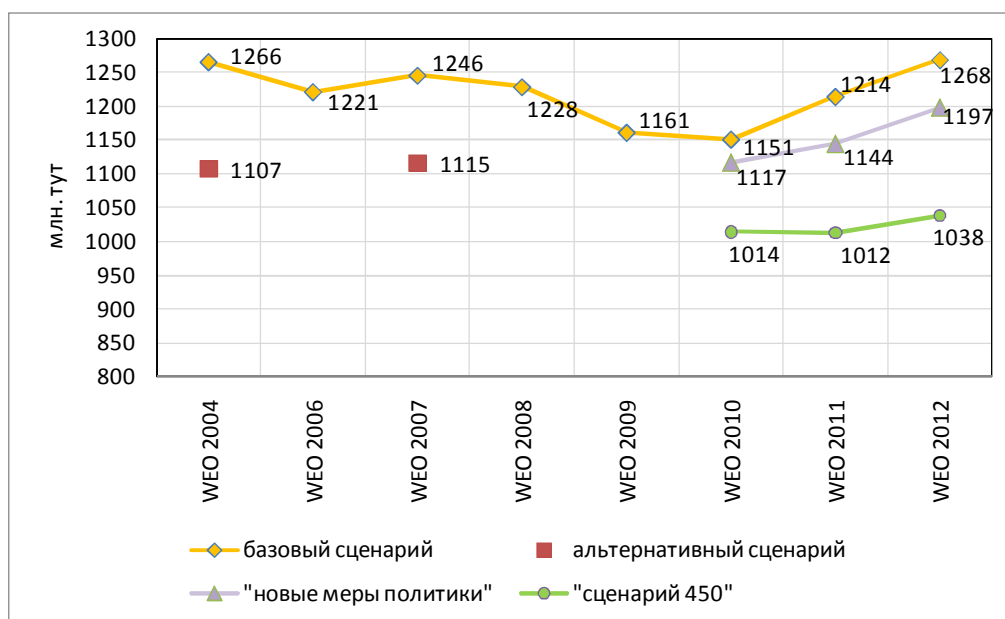
Рост потребления конечной энергии. Потребление конечной энергии в разных сценариях прогноза 2012 г. растет до 725-881 млн. тнэ к 2035 г., или на 0,5-1,3% в год. При этом конечное потребление электроэнергии растет ускоренно - в среднем на 1,1-2,1%, что ведет в опережающему росту потребления и производства электроэнергии.

Рост производства и потребления электроэнергии. В разных сценариях прогноза 2012 г. потребление электроэнергии растет в 2010-2035 гг. в среднем на 0,9-2,0% и достигает

1144-1252 млрд. кВт-ч в 2020 г., 1243-1529 млрд. кВт-ч в 2030 г. и 1303-1693 млрд. кВт-ч в 2035 г. В прогнозе 2004 г. предполагался рост потребления электроэнергии до 1200 млрд. кВт-ч в 2020 г., и до 1361 млрд. кВт-ч в 2030 г. То есть, верхние границы диапазонов в последние годы были расширены. Если в 2004 г. предполагалось, что вклад АЭС в генерацию электроэнергии в 2030 г. может составить 184 млрд. кВт-ч в базовом сценарии, то оценки 2012 г. уже дают диапазон 260-326 млрд. кВт-ч. В отношении ГЭС на смену оценке 2004 г. равной 200 млрд. кВт-ч пришла оценка 2012 г. – 206-267 млрд. кВт-ч. Наконец, в отношении НВЭИ (включая биотопливо) – оценка 2004 г. на 2030 г. равная 24 млрд. кВт-ч заменена на оценку 2012 г. – 33-142 млрд. кВт-ч.

Потребления первичной энергии. Взгляды МЭА на динамику потребления первичной энергии в России меняются, но довольно медленно. Вслед за экономическими циклами, изменениями взглядов экспертов МЭА на особенности экономического роста России, динамику энергоемкости ВВП и возможную структуру топливного баланса эволюционировали оценки потребления первичной энергии. Сложилось что-то вроде пятилетнего цикла оценок (см. рис. 8.2). Для базового сценария они менялись в сравнительно узком диапазоне с ростом в последние два года до уровней, которые намечались еще в 2004-2007 гг. Оценки для альтернативных сценариев долго оставались сравнительно устойчивыми, но все же выросли в прогнозе 2012 г.

Рисунок 8.2 Эволюция оценок потребления первичной энергии в России на 2030 г. в прогнозах МЭА

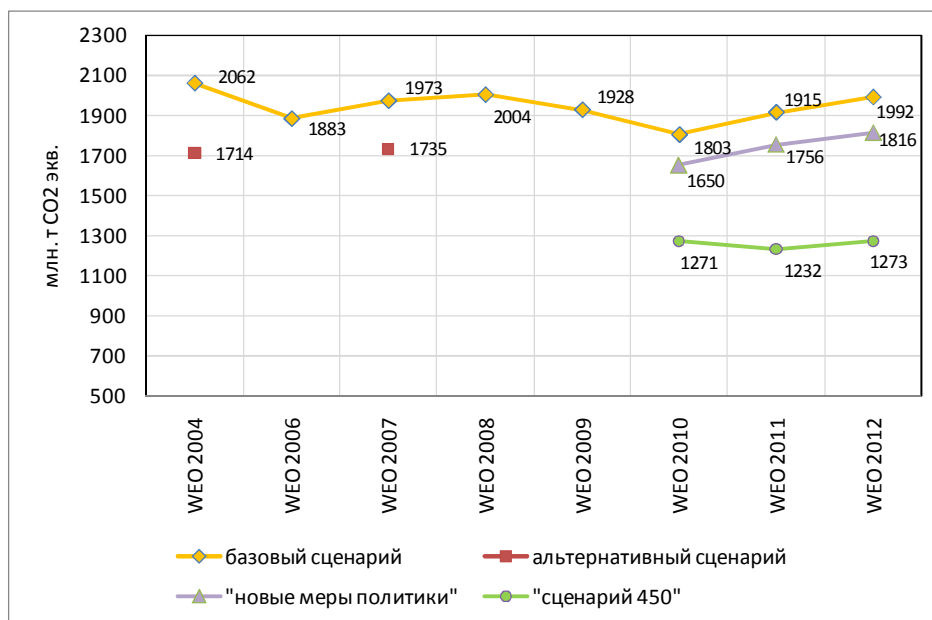


Источник: “World Energy Outlook”, МЭА, 2004-2012 гг.

Динамика выбросов CO₂. В эволюции оценок МЭА перспективных выбросов CO₂ от сектора «энергетика» России также заметна некоторая цикличность (рис. 8.3). Однако, последние оценки ниже тех, которые были сформированы в 2004 г. По оценкам МЭА выбросы CO₂ от сектора «энергетика» России в 1990 г. были равны 2179 млн. т CO₂. Таким образом вплоть до 2035 г. - оценка выбросов по базовому сценарию на 2035 г. равна 2119 млн. т CO₂ - согласно прогнозам МЭА, уровень выбросов 1990 г. превышен не будет. При реализации сценариев с новыми мерами политики она будет оставаться на 14% ниже значения 1990 г. вплоть до 2035 г. При росте ВВП в 2,4 раза в 2010-2035 гг. выбросы по этому сценарию растут только на 15%. Это сходно с ситуацией 1998-2011 гг.

В «сценарии 450» выбросы CO₂ в 2035 г. оказываются ниже значения 1990 г. уже на 48%. Для достижения такого динамичного снижения выбросов среднегодовые темпы снижения энергоемкости должны быть повышены на 0,5% до 2020 г. и на 0,8% до 2035 г., в среднегодовые темпы снижения углеродоемкости первичной энергии – соответственно на 0,3% и 0,9% (см. рис. 8.4).

Рисунок 8.3 Эволюция оценок выбросов CO₂ сектором «энергетика» России на 2030 г. в прогнозах МЭА



Источник: “World Energy Outlook”, МЭА, 2004-2012 гг.

Рисунок 8.4 Среднегодовые темпы изменения основных составляющих тождества Кайи в прогнозе МЭА (2012 г.) по России



Источник: “World Energy Outlook”, МЭА, 2004-2012 гг.

Динамика выбросов ПГ и экономический рост. В разделах по России МЭА не дает анализа характеристик связи ускоренного внедрения низкоуглеродных технологий и

темпов экономического роста. Но такой анализ проведен для мира в целом и для отдельных регионов в «Обзоре мировой энергетики за 2012 г.» для сценария «Эффективный мир». Эксперты МЭА на базе проведенных для них специалистами ОЭСР расчетов пришли к выводу, что реализация этого сценария позволит получить дополнительный ВВП в размере 18 трлн. долл. в 2010-2035 г. и в 2035 г. мировой ВВП будет на 0,4 % выше, чем в сценарии с новыми мерами политики.

Снижение расходов на энергию приводит к росту располагаемого дохода и стимулирует дополнительный спрос. Для США прирост ВВП на уровне 2035 г. равен 1,7%, для Европы – 1%, Китая – 2,1%, Индии – 3%. Россия же теряет в этом сценарии 4,5% потенциального ВВП, но не потому что сама переходит на зеленые технологии, а потому, что на них переходят все другие и Россия теряет рынки сбыта топливных ресурсов, не имея возможности компенсировать эти потери ростом экспорта «зеленых технологий». Таким образом, МЭА опровергает тезис о том, что ускоренное снижение выбросов (по крайней мере, за счет ускорения повышения энергоэффективности) чревато потерей экономического роста.

Нормализация прогноза выбросов CO₂ МЭА на новые условия экономического роста. Поскольку прогнозы МЭА систематически пересматриваются, нормализация прогнозных значений выбросов не требуется.

8.2 МЭА. Перспективы энергетических технологий (Energy Technology Perspectives) за 2006-2012 гг.

Технические детали того, за счет каких действий и настолько можно сократить выбросы в «сценарии 450» раскрываются в публикации МЭА «Перспективы энергетических технологий 2012 (Energy Technology Perspectives 2012)», в которой горизонт прогноза расширяется до 2050 г. Согласно этому исследованию, выбросы в России в 2050 г. могут быть снижены почти до 500 млн. т CO₂, что равно 23% от уровня 1990 г. и 31% от уровня 2010 г.

Для обеспечения такого глубокого снижения необходимо:

- ✓ в электроэнергетике - за счет мер по повышению энергоэффективности ограничить рост потребности в электроэнергии до 1216 млрд. кВт-ч к 2050 г.; обеспечить за счет низкоуглеродных технологий более 85% потребности в электроэнергии: за счет развития возобновляемых источников энергии выбросы от электроэнергетики должны быть снижены на 40%, за счет развития АЭС – 11%, а за счет применения захвата и захоронения углерода на электростанциях – еще на 16%;
- ✓ в промышленности – за счет повышения эффективности использования энергии при применении лучших мировых технологий выбросы должны быть сокращены на 50%, а еще на 35% за счет захвата и захоронения углерода на промышленных предприятиях;
- ✓ на транспорте – за счет роста доли общественного транспорта, роста применения биотоплива, роста доли гибридных и электромобилей и существенного роста их топливной экономичности;
- ✓ в секторе зданий – на 50% за повышения эффективности использования горячей воды, совершенствования осветительных и электробытовых приборов, а остальное в основном за счет строительства новых энергоэффективных зданий и модернизации уже имеющихся с существенным повышением их теплозащитных характеристик.

9 Компания МакКензи (McKinsey&Company).

Энергоэффективная Россия. Пути снижения энергоемкости и выбросов парниковых газов. Декабрь 2009 г. сс. 155.

Горизонт прогноза 2010-2030.

Модель. В публикации сказано, что используется модель McKinsey, но сама модель не описана. По всей видимости, на модели формировался базовый прогноз потребления энергии по разным секторам, а затем прямым вычитанием корректировался за счет разной интенсивности реализации мер по повышению энергоэффективности и снижению выбросов ПГ в зависимости от степени экономической целесообразности их реализации. В работе указано, что объем выбросов в электро- и теплоэнергетике моделируется в четырех сценариях, но не сказано с помощью каких инструментов. В работе рассматриваются все источники выбросов, а не только от сектора «энергетика».

Количество сценариев. Рассматривается три сценария (кроме того рассмотрено четыре сценария прогноза выбросов в электро- и теплоэнергетике):

- ✓ базовый;
- ✓ активного сокращения выбросов:
 - за счет реализации рентабельных мер;
 - за счет реализации всех мер.

Макроэкономические допущения прогноза в работе подробно и явно не описаны. В ней указано, что ВВП до 2030 г. вырастет в 2 раза. Проверка этого допущения за счет перемножения приведенных данных о потреблении энергии и о динамике энергоемкости ВВП дает такие результаты. Получается, что ВВП растет на 3,4% в год в 2011-2020 гг. и на 4,5% в 2021-2030 гг., или в 2,2 раза. В работе указывается также, что доля промышленности в ВВП России снизится с 38% в 2007 г. до 30-33% в 2020 г. в зависимости от сценария; что обеспеченность жилой площадью удвоится (в 2030 г. составит 42 кв. м, против 21 кв. м в настоящее время – 21 кв. м). Последнее при принятых темпах экономического роста к 2030 г. просто не достижимо. Предполагается, что рост парка автомобилей составит 3,5% в год.

Темпы снижения энергоемкости. Для трех сценариев темпы снижения энергоемкости ВВП существенно различаются. В базовом сценарии она в 2007-2030 гг. снижается на 40% (на 1,5% в год в 2007-2020 гг. и на 3,1% в год в 2021-2030 гг.). Эти значения соответствуют принятым допущениям о темпах экономического роста с учетом как структурных сдвигов, так и «автономного» технического прогресса. В сценариях активного сокращения выбросов энергоемкость ВВП снижается на 52% (на 2,5% в год в 2007-2020 гг. и на 4% в год в 2021-2030 гг.) при реализации только рентабельных мер и на 64% (на 3,9% в год в 2007-2020 гг. и на 5% в год в 2021-2030 гг.) за счет реализации всех мер. Последнее значение - 5% в год - даже выше, чем в революционном сценарии Гринпис. Таким образом, McKinsey приходит к выводу, что за счет ускорения реализации потенциала экономии энергии можно ускорить темпы снижения энергоемкости на 1% в год при реализации только рентабельных мер и на 2% в год при реализации всех мер.

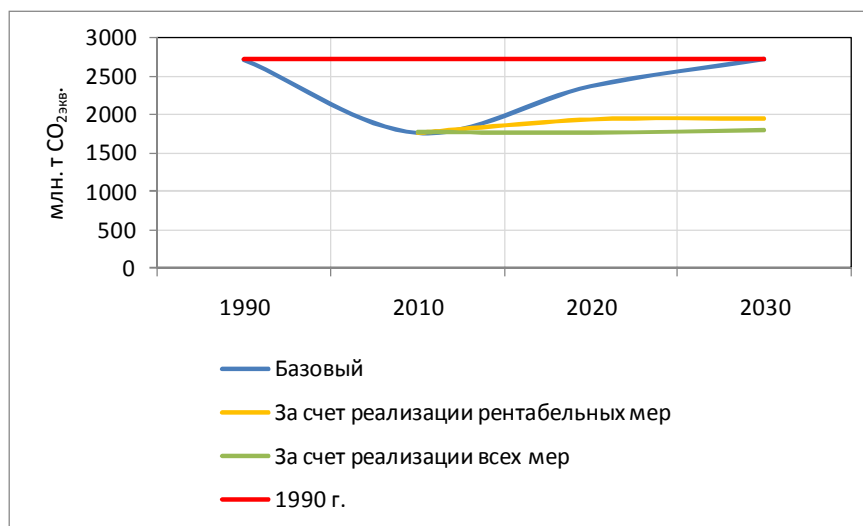
Динамика производства и потребления электроэнергии. Данные об объемах выработки электроэнергии в работе приводятся на 2030 г. – 1711 млрд. кВт-ч в базовом сценарии, 1552 млрд. кВт-ч в сценарии с реализацией рентабельных мер и 1478 кВт-ч при реализации всех мер. Рассмотрено 4 сценария структуры генерации электроэнергии. Согласно им доля генерации на угле варьирует в 2030 г. в диапазоне 12-30% (19%

в 2008 г.); на газе – 32-59% (47% в 2008 г.); на АЭС – 10-24% (16% в 2008 г.); на ГЭС – 12-21% (16% в 2008 г.) и на жидком топливе и НВЭИ – 3-7% (2% в 2008 г.).

Динамика потребления первичной энергии. Динамика потребления первичной энергии в трех сценариях разнонаправлена. В базовом сценарии потребление первичной энергии растет с 1170 млн. тут в 2020 г. до 1325 млн. тут в 2030 г. В сценарии активного сокращения выбросов при реализации только рентабельных мер потребление первичной энергии растет до 1027 млн. тут к 2020 г., а затем медленно снижается до 1019 млн. тут к 2030 г. При реализации всех мероприятий потребление первичной энергии систематически снижается до 856 млн. тут к 2020 г., и до 885 млн. тут к 2030 г. (при расчете по данным динамики ВВП и энергоемкости ВВП получается не 885, а 795 млн. тут к 2030 г.). Авторы не приводят данных о структуре потребления первичной энергии. Они лишь указывают, что в зависимости от структуры топливного баланса выбросы в 2030 г. могут колебаться в диапазоне 2810–3050 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв}}$.

Динамика выбросов $\text{CO}_{2\text{экв}}$. В базовом сценарии прогноза на уровень выбросов 1990 г. Россия выходит только к 2030 г. В этом сценарии выбросы из всех источников к 2030 г. растут до 2991 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв}}$, а в секторе «энергетика» - до 2723 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв}}$. (2714 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв}}$ в 1990 г.). В сценарии активного сокращения выбросов при реализации только рентабельных мер выбросы в секторе «энергетика» увеличиваются до 1942 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв}}$. к 2020 г., а затем практически замораживаются на этом уровне, достигая к 2030 г. 1954 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв}}$. (на 28% ниже уровня 1990 г.). При реализации всех мер выбросы в секторе «энергетика» замораживаются уже с 2010 г. и достигают 1753 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв}}$. к 2020 г., и 1789 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв}}$. к 2030 г. (на 34% от уровня 1990 г., рис. 9.1).

Рисунок 9.1 Динамика выбросов ПГ в секторе «энергетика» в прогнозе McKinsey



Источник: ЦЭНЭФ по данным МакКензи. Энергоэффективная Россия. Пути снижения энергоемкости и выбросов парниковых газов

Странно, но во всех сценариях прогноза McKinsey углеродоемкость потребления первичной энергии растет. В базовом сценарии в 2010-2030 гг. она растет на 10%, в сценарии реализации рентабельных мер – на 3%, а в сценарии реализации рентабельных мер – на 8-21% (в зависимости от метода расчета). Другими словами, перестройка структуры потребления первичной энергии не дает дополнительного эффекта, а напротив, поглощает часть эффекта, полученного от реализации мер по экономии энергии. Это противоречит утверждению авторов прогноза о том, что «меры, связанные с изменениями в структуре топливного баланса (потенциал сокращения выбросов – 250 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв}}$).

Меры этой группы включают использование альтернативных технологий в электро- и теплоэнергетике, которые смогут заменить электростанции, работающие на газе и угле, и более широкое применение комбинированной выработки тепла и электроэнергии. Кроме того, к данной группе относятся такие меры, как сжигание биомассы в промышленном производстве и использование этанола в качестве горючего для транспорта».

В итоге, специалисты McKinsey пришли к выводу, что в России до 2030 г. выбросы ПГ в секторе «энергетика» можно удерживать на уровне на 28-34% ниже значения 1990 г. McKinsey считает, что этой цели можно достичь за счет:

- ✓ создание стимулов для инвестирования в т.ч. внедрения целевых кредитных программ, позволяющих создать необходимые стимулы;
- ✓ повышение осведомленности населения и распространение информации о преимуществах мер по экономии энергии;
- ✓ устранение недостатков (провалов) рынка (это фактически дублирует внедрение стимулов и стандартов);
- ✓ введение стандартов по уровню эффективности использования энергии.

Инвестиции. В прогнозе указываются, что объемы инвестиций в реализацию рентабельных мер одновременно повышающих энергоэффективность и снижающих выбросы ПГ в 2010-2030 гг. составляют около 150 млрд. евро и около 590 млрд. евро в реализацию всех мер. Указывается также, что совокупный объем инвестиций для реализации всех мер, связанных с атомной энергетикой, гидроэнергетикой и возобновляемыми источниками энергии, составит 175 млрд. евро при экономии только 20 млрд. евро. То есть, на развитие низкоуглеродной генерации приходится основная часть разницы между реализацией рентабельных и всех мер – 440 млрд. евро. В сценарии генерации «использование угля» инвестиции в электроэнергетику в 2010-2030 гг. равны 261 млрд. евро, в сценарии «использование газа» - 216 млрд. евро (выбросы в 2030 г. ниже на 90 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв.}}$); в сценарии «минимум газа» - 393 млрд. евро (выбросы в 2030 г. ниже еще на 137 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв.}}$), а в сценарии «минимум выбросов» - 355 млрд. евро (выбросы в 2030 г. ниже еще на 49 млн. т $\text{CO}_{2\text{экв.}}$).

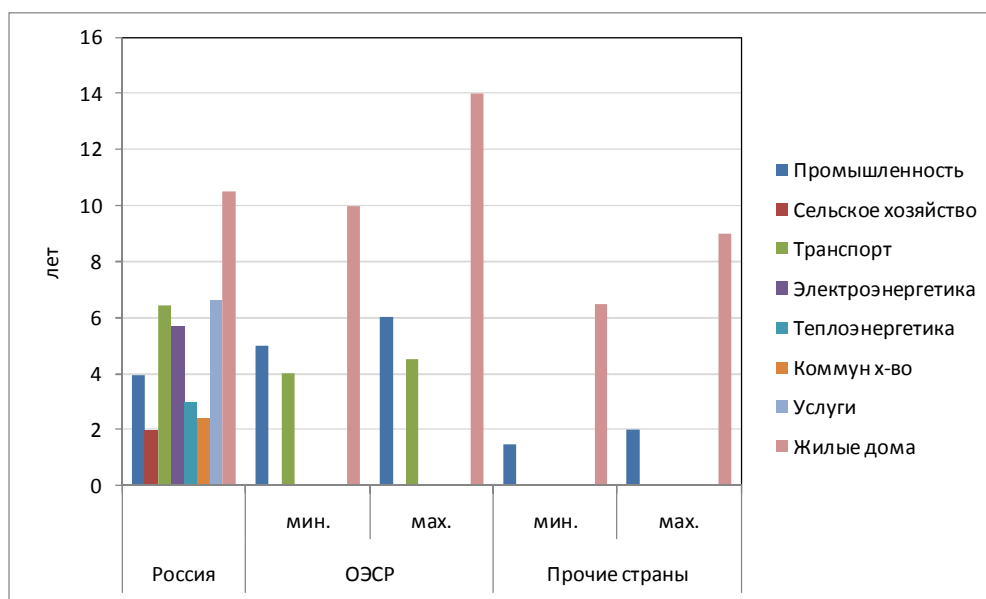
Реализации рентабельных мер в течение следующих 20 лет обеспечит экономию в размере до 345 млрд. евро. Поскольку эффект от их реализации существенно выше затрат, постольку логично допустить, что при удержании выбросов ПГ на уровне на 24% ниже 1990 г. не только не происходит торможения ВВП, но напротив, за счет чистой экономии затрат в размере 195 млрд. евро его рост должен ускориться.

Наконец, осталось выяснить, что означает сочетание слов «рентабельные меры по снижению потребления энергии и по снижению выбросов». Для их определения специалисты McKinsey используют кривую затрат, которая ранжирует меры по чистой стоимости (рентабельности в терминологии авторов) сокращения энергопотребления или выбросов на одну тонну. Она определяется как разница приведенных капитальных затрат на реализацию мероприятия и стоимости экономии энергетического ресурса. Если разница отрицательна, то мера считается рентабельной. Указано, что расчеты исключают двойной счет. То есть экономия конечной энергии с помощью мультипликаторов переводится в экономию первичной энергии. В расчетах использовалась норма дисконтирования 8%. Капитальные вложения определяются как приростные. Экономия учитывает не только снижение потребления энергии, но и изменение операционных затрат. Монетизация экономии энергии проведена исходя из цен на нефть 60-62 долл. США за баррель, на газ - 80-82 евро за 1000. куб. м, и 91-96 евро, начиная с 2015 г.;

до 2015 г. 52 евро за 1 МВт-ч с дальнейшим увеличением до 77 евро за 1 МВт-ч к 2030 г. для электроэнергии и 21–23 евро за 1 Гкал в 2010–2030 для центрального теплоснабжения.

В отношении полученных кривых рентабельности экономии энергии заметим лишь, что часть результатов, полученных McKinsey противоречат мировой практике формирования таких кривых. Так меры по утеплению жилых зданий и повышению топливной экономичности автомобилей оказались одними из самых рентабельных, тогда как обычно они замыкают такие кривые поскольку сравнительно медленно окупаются (см. рис. 9.2).

Рисунок 9.2 Сравнение средних сроков окупаемости проектов по повышению энергоэффективности в России и зарубежных странах



Источник: ЦЭНЭФ. Данные по другим странам - World energy outlook 2012. International Energy Agency. 2012. Paris

Нормализация прогноза выбросов CO₂ McKinsey на новые условия экономического роста. Поскольку допущения о темпах роста экономики близки тем, которые закладываются в последние прогнозы МЭР, нормализация прогнозных значений выбросов не требуется.

10 Гринпис

Гринпис. Energy [r]evolution. A Sustainable Russia energy outlook 2009. Pp. 43.

Горизонт прогноза 2005-2050.

Модель. В публикации модель не описана, сказано только, что расчеты делались совместно с European Renewable Energy Council. В отчете «Energy [r]evolution. A Sustainable global energy outlook» в свою очередь указано, что расчеты проводились на имитационной модели MESAP/PlaNet, а прогнозы спроса на энергии были выполнены компанией Ecosfys на основе анализа потенциала экономии энергии и потенциала развития НВЭИ. Какая при этом использовалась расчетная схема не известно.

Количество сценариев. Рассматривается два сценария:

- ✓ базовый;
- ✓ революционный.

Макроэкономические допущения прогноза в работе по России не описаны. В работе Energy [r]evolution. A Sustainable global energy outlook» указано, что базовый сценарий соответствует базовому сценарию МЭА, опубликованному в «Обзоре мировой энергетики за 2004 г.» до 2030 г. На последующий период динамика основных макроэкономических индикаторов был экстраполирована, но как именно не ясно. Не ясно также сохраняются ли все макроэкономические допущения в «революционном» сценарии. Если это так, то ВВП растет на 3,4% в год в 2010-2020 гг. и на 2,8% в год в 2020-2030 гг., видимо так же и до 2050 г. Численность населения снижается до 132 млн. чел. в 2030 г. и до 108 млн. чел. в 2050 г.

Темпы снижения энергоемкости. В прогнозе для двух сценариев темпы снижения энергоемкости ВВП существенно различаются. В базовом сценарии она в 2010-2050 гг. снижается на 61%, а в революционном – на 77%. Среднегодовые темпы снижения энергоемкости по десятилетиям соответственно составляют 2-2,6% и 3,3-4,0%. В революционном сценарии получается, что за счет технологических факторов энергоемкость должна снижаться на 1,8-2% в год в 30-х и 40-х годах, что примерно в два раза выше вклада этого фактора, имевшего место в 2000-2010 гг.

Динамика потребления конечной энергии. В базовом сценарии потребление конечной энергии растет с 618 млн. тут в 2010 г. до 831 млн. тут в 2030 г. и до 918 млн. тут в 2050 г., или на 1% в 2010-2050 гг. В революционном сценарии потребление конечной энергии растет до 2020 г. до 679 млн. тут, а затем снижается к 2050 г. до 593 млн. тут., или в среднем в год на 0,45%. Это связано с ускорением технологической модернизации и снижением темпов роста ВВП в среднем на 0,6% в год.

Динамика производства и потребления электроэнергии. Выработка электроэнергии растет до 1268 млрд. кВт-ч в 2020 г. и до 1578 млрд. кВт-ч в 2050 г. согласно базовому сценарию и до 1125 млрд. кВт-ч в 2020 г. и до 1178 млрд. кВт-ч в 2050 г. согласно революционному. В последнем рост выработки электроэнергии практически прекращается после 2020 г.

Структура выработки электроэнергии по сценариям кардинально различается (табл. 10.1). Если в базовом сценарии происходит постепенная ее эволюция в направлении роста доли угля, АЭС и НВЭИ, то в революционном сценарии – развитие НВЭИ практически полностью вытесняет угольную генерацию и выработку на АЭС, а также в значительной степени вытесняет газовую генерацию.

Таблица 10.1 Объемы производства электроэнергии в прогнозе Гринпис (млрд. кВт-ч)

Показатель	Сценарий	2010		2020	2030	2040	2050	
Производство электроэнергии	базовый	1078	100,0%	1268	1377	1476	1578	100,0%
	революц.	1078	100,0%	1125	1117	1130	1172	100,0%
ТЭС на угле	базовый	239	22,2%	275	307	362	418	26,5%
	революц.	237	22,0%	170	94	40	1	0,1%
ТЭС на газе	базовый	460	42,7%	527	543	529	515	32,6%
	революц.	461	42,8%	450	420	275	197	16,8%
ТЭС на жидком топливе	базовый	22	2,0%	21	15	11	9	0,6%
	революц.	22	2,0%	8	2	0	0	0,0%
ГЭС	базовый	185	17,2%	202	217	232	247	15,7%
	революц.	185	17,2%	204	210	215	217	18,5%
АЭС	базовый	165	15,3%	220	248	271	296	18,8%
	революц.	165	15,3%	145	50	15	0	0,0%
НВЭИ	базовый	8	0,7%	23	47	71	92	5,8%
	революц.	9	0,8%	148	340	585	756	64,5%

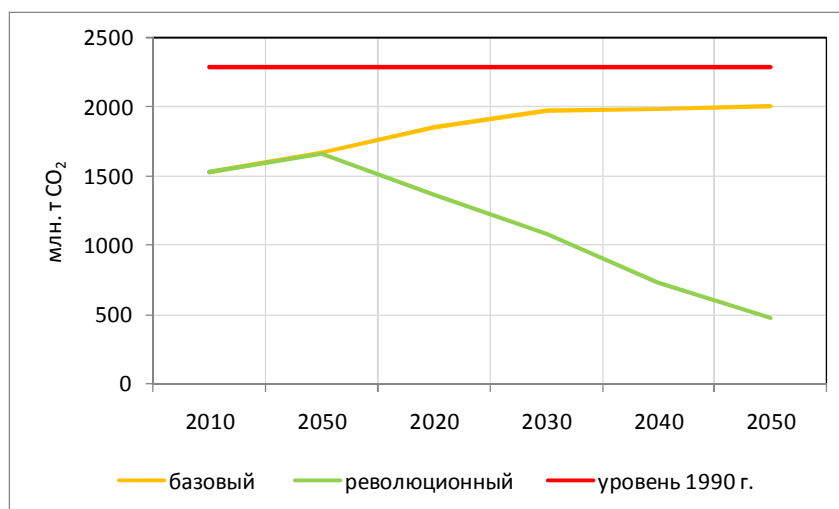
Источник: Energy [r]evolution. A Sustainable Russia energy outlook 2009.

Динамика потребления первичной энергии. Динамика потребления первичной энергии в двух сценариях разнонаправлена. В базовом сценарии потребление первичной энергии растет с 1024 млн. тут в 2010 г. до 1252 млн. тут в 2030 г. и до 1287 млн. тут в 2050 г. То есть, уже в этом сценарии после 2030 г. рост потребления энергии практически останавливается. В революционном сценарии потребление первичной энергии постепенно падает до 947 млн. тут в 2030 г. и до 754 млн. тут к 2050 г. При этом структура потребления существенно перестраивается в пользу НВЭИ, доля которых достигает в 2050 г. 53,2% против 4,6% в базовом сценарии.

Динамика выбросов CO₂. Даже в базовом сценарии прогноза Гринпис уровень выбросов 1990 г. не достигается вплоть до 2050 г. В этом сценарии выбросы растут до уровня 2000 млн. т CO₂ (рис. 10.1). Это существенно ниже прогнозов ИНП РАН и ИНЭИ РАН. В революционном сценарии к 2050 г. выбросы снижаются до 22% от уровня 1990 г. при полном сворачивании ядерной энергетики. Гринпис считает, что этой цели можно достичь за счет:

1. Ликвидации субсидий на органическое топливо и на развитие АЭС;
2. Внедрения жестких стандартов по энергоэффективности оборудования, зданий и транспортных средств;
3. Законодательного формирования требований по уровню производства НВЭИ;
4. Реформирования рынков электроэнергии с гарантией приоритетного доступа к сети для производителей НВИ;
5. Обеспечения за счет тарифов по приему энергии от НВЭИ сеть рентабельности строительства мощностей на основе НВЭИ;
6. Обеспечения лучшей информированности потребителей за счет маркировки продукции по экологическим характеристикам;
7. Увеличения бюджетов НИОКР в сфере НВЭИ и повышения энергоэффективности.

Рисунок 10.1 Динамика выбросов ПГ в секторе «энергетика» в прогнозе Гринпис



Источник: ЦЭНЭФ по данным Energy [r]evolution. A Sustainable Russia energy outlook 2009.

Инвестиции в ТЭК. Гринпис не приводит данных по суммарным капитальным вложениям для двух сценариев. В отчете только указывается, что в революционном сценарии вводится международная система торговли квотами на выбросы ПГ, в рамках которой цена повышается до 50 долл./тCO₂ к 2050 г. По оценкам Гринпис, это приведет к росту цены на электроэнергию не более, чем на 0,5 цента/кВт-ч, или только на 15 коп./кВт-ч.

Нормализация прогноза выбросов CO₂ Гринпис на новые условия экономического роста. Поскольку допущения о темпах роста экономики близки тем, которые закладываются в последние прогнозы МЭР, нормализация прогнозных значений выбросов не требуется.



Foreign &
Commonwealth
Office

Работа выполнена по гранту от Британского посольства в г. Москве
Мнение посольства Великобритании может не совпадать с мнением
авторов работы