



УДК 630\*624+504.38

## Квота на выбросы и роль лесного сектора в национальных обязательствах Российской Федерации в новом климатическом соглашении

© А. А. Романовская<sup>1</sup>, С. Федеричи<sup>2</sup>

---

### **Emission allowances and the role of the forest sector in the national obligations of the Russian Federation in the new climate agreement**

**A.A. Romanovskaya<sup>1</sup>, S. Federici<sup>2</sup>** (<sup>1</sup>Federal state budgetary institution “Institute of global climate and ecology of the Federal service for Hydrometeorology and environmental monitoring Russian Academy of Sciences”, <sup>2</sup>Food and agriculture organization of the United Nations)

In Russia about 25% of anthropogenic emissions of greenhouse gases from industrial sources is compensated by the sinks in the land use, land use change and forestry sector, and that should be reflected in the national commitments under the new climate agreement. To limit global warming to not more of 2 °C emission allowances of the Russian Federation for the period after 2011 is about to 51,1 Gt CO<sub>2</sub>. That is an equivalent to about 6,5% of the global allowed emissions. Our calculations of quota showed that in the course of its historical development, Russia has not “occupied” space in the atmosphere of other countries by its greenhouse gas emissions. If to start reduce annual emissions of greenhouse gases sooner than more smoothly and over a longer period it can happen. The main reduction will occur in the period up to 2050, and, under the optimistic scenario, the total reduction should not be more than 12% from the 1990 level. The inclusion of sinks in forest ecosystems in the obligations reduces the rate required annual emission reduction approximately in 3 times. In the new climate agreement, it is recommended to develop projected reference levels of the greenhouse gas balance in forest ecosystems. These reference levels correspond to 450, 344 and 238 Mt CO<sub>2</sub> eq per year for periods 2021-2030, 2031-2040 and 2041-2050 respectively. For a full accounting of the carbon sinks in the forests during the implementation

of national commitments the projected reference level should be included in the assigned amounts (i.e., emissions from all industrial sources in the base year).

**Key words:** forests in Russia, greenhouse gases, climate change, emission reduction, emission allowances, climate agreement

**Квота на выбросы и роль лесного сектора в национальных обязательствах Российской Федерации в новом климатическом соглашении**

**А.А. Романовская, С. Федеричи**

В России около 25% антропогенных выбросов парниковых газов от промышленных источников компенсируется поглощением в секторе землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства – это должно быть учтено в национальных обязательствах по новому климатическому соглашению. При ограничении потепления не более 2 °С квота на выбросы России на период после 2011 года составляет около 51,1 Гт CO<sub>2</sub>, что соответствует примерно 6,5% от глобальной остаточной величины выбросов. Расчеты квоты показали, что в течение своего исторического развития наша страна не «заняла» чужое пространство в атмосфере по эмиссиям парниковых газов. Чем раньше начнется снижение ежегодных выбросов, тем более плавно оно может происходить и в течение более долгого периода. Основное сокращение придется на период до 2050 г., и при оптимистичном сценарии оно будет составлять не более 12% от уровня 1990 г. Включение поглощения в лесных экосистемах в выполнение обязательств позволяет снизить темпы необходимого ежегодного сокращения выбросов примерно в 3 раза. В новом климатическом соглашении целесообразно перейти на прогнозные базовые уровни баланса парниковых газов в лесных экосистемах, которые оценены равными 450, 344 и 238 Мт CO<sub>2</sub> экв. в год для периодов 2021–2030, 2031–2040 и 2041–2050 гг. соответственно. Для возможности полного учета поглощения в лесах при выполнении национальных обязательств величина прогнозного базового уровня должна быть включена в установленные количества (т. е. выбросы от всех промышленных источников в базовом году).

**Ключевые слова:** леса России, парниковые газы, изменение климата, сокращение выбросов, квота на выбросы, климатическое соглашение

Романовская Анна Анатольевна, зав. отделом мониторинга потоков парниковых газов в природных и антропогенно-нарушенных экосистемах, д-р биол. наук

<sup>1</sup>ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и Российской академии наук»

107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б

Телефон: +7 499 1692198. Факс: +7 499 160 0831

E-mail: an\_roman@mail.ru

Федеричи Сандро (Federici Sandro) – отдел климата, энергетики и землевладения ФАО, консультант проекта «Мониторинг и оценка выбросов парниковых газов и потенциал смягчения последствий в сельском хозяйстве»

<sup>2</sup>Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций

Адрес: Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy

Телефон: (+39) 06 57051

E-mail: sandro.federici@fao.org

### Введение

Согласно последнему оценочному докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) более половины наблюдаемого повышения средней глобальной приземной температуры в 1951–2010 гг. носит очевидно антропогенный характер и связывается, прежде всего, с увеличением концентраций парниковых газов в атмосфере, наблюдаемым положительным радиационным воздействием, а также другими антропогенными воздействиями [5]. Последствия изменения климата оцениваются как достаточно серьезные и могут вызвать необратимые изменения экосистем.

Обеспокоенность международного сообщества этой проблемой выразилась в подписании в 1992 г. Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) и в 1997 г. – Киотского протокола к ней. Основной целью РКИК ООН признана стабилизация «концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему» [6]. По оценкам МГЭИК минимальное воздействие на климатическую систему допускается при удержании глобального потепления не более 2 °С. Именно эту величину в настоящее время часто ассоциируют с основной целью РКИК ООН. Ограничение потепления потребует значительного и непрерывного снижения выбросов парниковых газов в атмосферу от всех стран [5].

Киотский протокол, вступивший в силу в 2005 году, предполагает обязательства развитых стран по сокращению выбросов, устанавливаемые на определенный срок, а также рыночные механизмы их выполнения. Первый период обязательств по протоколу закончился 31 декабря 2012 г., и на переговорах 2011 г. в ЮАР участники протокола договорились об установлении второго периода с 1 января 2013 г. до конца 2020 г. Ввиду явных недостатков данного климатического соглашения, в частности, отсутствия глобального

характера обязательств, Российская Федерация отказалась принимать участие во втором периоде Киотского протокола. Япония и Новая Зеландия также заявили о своем отказе, Канада официально вышла из соглашения, и, учитывая, что США не ратифицировали Киотский протокол, обязательства по второму периоду имеют развитые страны, которые отвечают лишь за 15% всех мировых выбросов парниковых газов.

Российская Федерация одной из первых (Копенгаген, 2010) подчеркивала необходимость разработки нового глобального климатического соглашения, основываясь на принципах более широкого вовлечения стран – основных эмитентов в процесс принятия и выполнения обязательств, а также адекватного учета роли лесов в данном соглашении. Напомним, что по правилам Киотского протокола существует искусственное ограничение на учет поглощения в лесах. В первом периоде, когда допускалась полная оценка учет баланса углерода в лесных экосистемах («гросс-нетто подход»), зачету в обязательствах подлежало поглощение не более 33 млн т С в год, что составляло около 24% потенциала лесов РФ (рис. 1). Во втором периоде учет производится по разнице годового баланса углерода в лесах с величиной базового уровня (для РФ – это уровень 1990 г.) – «нетто-нетто» подход. При этом зачету подлежит поглощение не более 3,5% от выбросов страны в 1990 г. без учета сектора землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ) – для РФ это 32,1 млн т С/год.

Целью настоящего исследования было определение принципов распределения национальных обязательств по сокращению эмиссий на период после 2020 г., позволяющих достигнуть цели РКИК ООН по стабилизации концентраций парниковых газов на уровне, который не допускал бы опасного влияния на климатическую систему, а также место и роль лесного сектора в них для Российской Федерации.

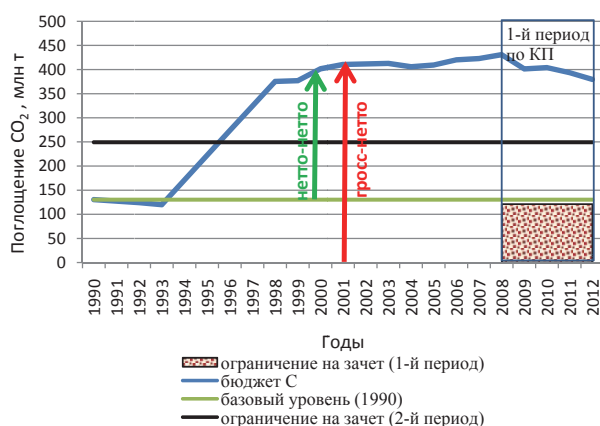


Рис. 1. Бюджет углерода при управлении лесным хозяйством в РФ в 1990-2012 гг. и принципы его учета в первом (2008-2012 гг.) и втором периодах Киотского протокола

#### Распределение квоты на выбросы при ограничении потепления не более 2 °С

Атмосферная концентрация  $\text{CO}_2$  достигла в 2013 г. 395 ppm, в июне 2014-го — 397 ppm и, по имеющимся данным [18], в течение 2014 г. наблюдались отдельные пики, превышающие предел 400 ppm. С 1750 г. атмосферная концентрация повысилась в 1,4 раза (от 277 ppm). Согласно сценариям последнего оценочного доклада МГЭИК, которые рассматривают репрезентативные траектории концентраций  $\text{CO}_2$  (representative concentrations pathways – RSP), только один из них (RSP 2.6) предусматривает повышение глобальной температуры воздуха не более чем на 2 °С [5]. При этом атмосферная концентрация должна составлять около 450 ppm (430-480 ppm). Таким образом, общее увеличение содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере с доиндустриального периода оценивается в 173 ppm, а допустимое остаточное повышение концентрации углекислого газа после 2013 г. должно быть в среднем около 58 ppm (от 33 до 83 ppm).

Полученные величины могут быть выражены в виде лимита выбросов парниковых газов в расчете на  $\text{CO}_2$ . По известному соотношению концентрации  $\text{CO}_2$  и его содержания в атмосфере ( $1 \text{ ppm } \text{CO}_2 = 2,13 \text{ Гт С} = 7,81 \text{ Гт } \text{CO}_2$  [16]), можно определить, что для удержания потепления в пределах 2 °С может быть дополнительно

накоплено около 453 Гт  $\text{CO}_2$ . Учитывая, что не все антропогенные выбросы  $\text{CO}_2$  от поверхности планеты накапливаются в атмосфере, а распределяются между ней, океаном и наземными экосистемами приблизительно в соотношении 42:28:30% [15, 17], получаем, что общие антропогенные выбросы могут составить около 1080 Гт  $\text{CO}_2$ .

Более точно эта величина определена в Пятом оценочном докладе МГЭИК. Так, при учете только антропогенных выбросов  $\text{CO}_2$  для удержания потепления на уровне не более 2 °С по сравнению с 1870 г. с вероятностью более 33, 50 и 66%, потребуется, чтобы совокупные выбросы  $\text{CO}_2$  из всех антропогенных источников оставались на уровне 0-1 570 Гт С (5760 Гт  $\text{CO}_2$ ), 0-1210 Гт С (4440 Гт  $\text{CO}_2$ ) и 0-1000 Гт С (3670 Гт  $\text{CO}_2$ ) соответственно за весь период. Эти верхние пределы снижаются приблизительно до 900 Гт С (3300 Гт  $\text{CO}_2$ ), 820 Гт С (3010 Гт  $\text{CO}_2$ ) и 790 Гт С (2900 Гт  $\text{CO}_2$ ) соответственно, когда учитываются дополнительные воздействия, не связанные с  $\text{CO}_2$ , как в сценарии RSP 2.6. Учитывая, что к 2011 г. совокупные выбросы уже составили 515 (445-585) Гт С [1890 (1630-2150) Гт  $\text{CO}_2$ ] [5], допустимое остаточное количество выбросов оценивается в пределах 1010 Гт  $\text{CO}_2$  для варианта с максимальной вероятностью ограничения потепления (>66%) и с учетом дополнительных воздейст-

вий на изменение климата, помимо антропогенного CO<sub>2</sub>.

Период, в течение которого будут достигнуты соответствующие атмосферные концентрации CO<sub>2</sub>, оценивается примерно в 30 лет от настоящего момента при допущении, что глобальные выбросы будут возрастать до 2019 г. и затем останутся на этом уровне [13].

Таким образом, мы определили общую допустимую величину совокупных выбросов парниковых газов и период, за который эта величина может быть достигнута. Следующим шагом является распределение этой квоты по отдельным странам — наиболее актуальная задача в свете разработки нового глобального климатического соглашения с охватом всех основных стран-эмитентов.

В Киотском протоколе для распределения обязательств применялся так называемый подход «сверху-вниз», предусматривающий определение совокупной величины сокращений от всех стран с обязательствами и затем распределение этой величины по индивидуальным участникам. Так, в первом периоде Киотского протокола ставилась цель сокращения общих выбросов парниковых газов от промышленно развитых стран, по меньшей мере, на 5% по сравнению с уровнем 1990 г. в период действия обязательств с 2008 по 2012 г. Во втором периоде четкой совокупной цели обозначено не было.

В новом климатическом соглашении, по всей вероятности, будет использован противоположный подход «снизу-вверх», при котором страны сами определяют возможные для них национальные обязательства (предполагаемые национально определенные вклады, *intended nationally determined contribution, INDC*) и передают их на широкое обсуждение Конференции сторон РКИК ООН. Впервые данная информация должна быть представлена странами в течение 2015 г. и содержать национальные цели и обязательства по смягчению последствий изменения климата (как правило, это меры по сокращению выбросов парниковых газов) на период после 2020 г. Конечный год действия

обязательств не уточняется и может быть также определен страной (до 2025-2030-2050). Национальные вклады должны охватывать все сектора экономики, однако включение сектора ЗИЗЛХ является добровольным. Предполагается периодическая подача таких INDC от всех стран с условием постепенного повышения амбиций и обязательств, а также последующая оценка Конференцией сторон соответствия совокупных вкладов общей цели по ограничению потепления не более 2 °С. Более детальные договоренности по новому климатическому соглашению должны быть достигнуты на 21-й Конференции Сторон РКИК ООН в Париже в декабре 2015 г.

В нашей работе для распределения допустимых величин выбросов по странам — основным эмитентам применено несколько возможных подходов. Наиболее легкий и очевидный из них — по текущему вкладу в глобальные выбросы. Для этого были использованы последние доступные данные по оценке эмиссий парниковых газов от всех стран по состоянию на 2011 г. [10]. При этом выбросы от территории Российской Федерации были заменены нами на соответствующие данные Национального кадастра [3]. Были рассмотрены первые восемь эмитентов с максимальным вкладом в глобальные эмиссии, которые включают (в порядке снижения национальных выбросов без учета ЗИЗЛХ): Китай, США, Евросоюз (28 стран), Индия, Россия, Япония, Бразилия и Индонезия. Последняя рассмотрена в анализе ввиду значительных площадей ежегодного обезлесения и, соответственно, высоких величин национальных выбросов с учетом сектора ЗИЗЛХ. Остальные страны мира рассматривались нами в совокупности. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Как следует из этой таблицы, доля национальных выбросов России в 2011 г. составляла 5,3% от глобальных эмиссий без учета сектора ЗИЗЛХ и лишь 3,8% с его учетом. При включении сектора ЗИЗЛХ общий вклад нашей страны сместился с пятого на шестое место в ряду основных эмитентов,

Таблица 1

Распределение квоты на выбросы после 2011 г. по основным эмитентам

Страны и объединения	Наличие сектора ЗИЗЛХ	Распределение квоты на выбросы, %										Среднее по историческим выбросам за 1990-2011 гг. и доле населения в 2011 г.
		По соотношению текущих выбросов (2011 г.)	По соотношению выбросов в 2020 г. с учетом существующего тренда	По историческим выбросам за период 1990-2011 гг.	По доле населения в 2011 г.	По доле населения в 2050 г.	Среднее по всем подходам	Среднее по текущим выбросам (2011 г.) и выбросам в 2020 г.	Среднее по историческим выбросам за 1990-2011 гг. и доле населения в 2011 г.			
Бразилия	Есть	2,6	2,6	2,6	2,6	2,8	2,4	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7
	Нет	3,2	3,0	4,9	2,8	2,4	3,3	3,1	3,9	3,9	3,9	3,9
Китай	Есть	24,4	35,6	16,8	20,0	14,8	22,3	30,0	18,4	22,3	30,0	18,4
	Нет	22,8	34,0	14,9	20,0	14,8	21,3	28,4	17,5	21,3	28,4	17,5
Индия	Есть	5,7	5,6	4,7	17,5	17,0	10,1	5,7	11,1	10,1	5,7	11,1
	Нет	5,2	5,2	4,1	17,5	17,0	9,8	5,2	10,8	9,8	5,2	10,8
Индонезия	Есть	1,9	1,9	1,8	3,5	3,4	2,5	1,9	2,6	2,5	1,9	2,6
	Нет	4,6	4,0	4,2	3,5	3,4	3,9	4,3	3,8	3,9	4,3	3,8
ЕС (28 стран)	Есть	10,5	6,5	14,2	7,3	5,4	8,8	8,5	10,7	8,8	8,5	10,7
	Нет	9,5	5,8	12,6	7,3	5,4	8,1	7,6	9,9	8,1	7,6	9,9
Япония	Есть	3,0	3,3	3,7	1,8	1,1	2,6	3,2	2,7	2,6	3,2	2,7
	Нет	2,6	3,0	3,2	1,8	1,1	2,3	2,8	2,5	2,3	2,8	2,5
Россия	Есть	5,3	5,44,2	6,5	2,0	1,3	4,1	5,3	4,3	4,1	5,3	4,3
	Нет	3,8	5,3	5,3	2,0	1,3	3,3	4,0	3,7	3,3	4,0	3,7
США	Есть	15,1	10,2	18,6	4,5	4,2	10,5	12,7	11,6	10,5	12,7	11,6
	Нет	13,6	9,2	16,6	4,5	4,2	9,6	11,4	10,5	9,6	11,4	10,5
Остальные страны мира	Есть	31,4	29,0	31,1	40,6	50,5	36,5	30,2	35,9	36,5	30,2	35,9
	Нет	34,7	31,7	34,2	40,6	50,5	38,3	33,2	37,4	38,3	33,2	37,4

располагаясь после Китая, США, ЕС, Индии и Индонезии. Очевидно, что поглощение CO<sub>2</sub> лесными экосистемами России в значительной степени сокращает воздействие антропогенной деятельности с нашей территории на атмосферу. В частности, в 2011 г. лесной сектор компенсировал более 25% суммарных национальных выбросов от промышленных секторов страны. Для остальных государств вклад ЗИЗЛХ в несколько раз меньше, составляя 10,5% для Японии, около 6% для США и ЕС, 5% для Индии и около 3% для Бразилии и Китая. Лесное хозяйство Индонезии увеличивает национальные выбросы парниковых газов в 2,5 раза. Таким образом, национальные условия, складывающиеся на территории нашей страны по общим выбросам парниковых газов, являются в значительной мере уникальными, совмещая как сравнительно высокий вклад в глобальные выбросы, так и существенную роль лесного сектора в его компенсации. Эта особенность должна быть учтена при разработке национальных обязательств по смягчению воздействия изменения климата и включена в INDC России. Для остальных стран вопрос включения сектора ЗИЗЛХ в национальные обязательства может оказаться не таким принципиальным.

Вторым подходом в определении квоты на выбросы на период после 2020 г. может быть оценка существующих трендов в национальных эмиссиях стран и определение их вкладов в глобальную величину по состоянию на 2020 г. Для этого нами были рассчитаны относительные изменения выбросов рассматриваемых стран и мира в целом между 2010 и 2011 гг. Полученные значения были применены для оценки предполагаемых эмиссий в 2020 г. – с учетом сектора ЗИЗЛХ и без него. Исключение в данной методике расчета было сделано для национальных выбросов России с учетом ЗИЗЛХ, для которого тренд между 2010 и 2011 гг. не учитывался, а применялась такая же величина вклада ЗИЗЛХ, как и в 2011 г. Обоснование такого подхода заключа-

ется в прогнозируемом сокращении поглощения углерода лесными экосистемами страны [2] (подробнее см. ниже).

Как видим, вклад России при данном подходе с исключением сектора ЗИЗЛХ оценивается примерно равным значением, как и по текущим выбросам 2011 года – 5,4% (см. табл. 1). Однако с учетом сектора ЗИЗЛХ эта доля увеличивается до 4,2% (по сравнению с 3,8% в 2011 г.), подтверждая, что роль лесного сектора в компенсации промышленных выбросов страны может сократиться при условии продолжения растущего тренда эмиссий. Предполагается сокращение доли США и ЕС от текущих вкладов более чем на треть, в то время как, Китай и Япония могут увеличить свою долю почти на 50 и 10% соответственно.

Третьим подходом для определения вкладов главных эмитентов стала оценка средних национальных выбросов парниковых газов за 1990-2011 гг. Данный отрезок времени, кажущийся на первый взгляд вырванным из общего периода индустриализации на планете, обоснован политическими причинами. Так 1990 г. является общепризнанным базовым годом, от уровня которого не только оценивают воздействия на климатическую систему отдельных стран, но и ограничивают их, в частности, в рамках Киотского протокола. В 2011 году Сторонами РКИК ООН было согласовано решение по началу работы над новым глобальным климатическим соглашением.

Результаты расчетов по этому подходу также приведены в таблице 1. Российская Федерация занимает в данном случае четвертое место по доле выбросов как без учета ЗИЗЛХ, так и с его учетом (после США, Китая и ЕС). Вклад нашей страны составляет соответственно 6,5 и 5,3%. Сопоставление оценок доли России по совокупным средним выбросам за период 1990-2011 гг., текущим выбросам за 2011-й и будущим за 2020-й год свидетельствует о наличии тренда сокращения общей эмиссии парниковых газов с тер-

ритории нашей страны. По данным Национального кадастра [3] в 2011 г. суммарные выбросы парниковых газов составили не более 68,0% от уровня 1990 г. без учета сектора ЗИЗЛХ и лишь 48,5% с его учетом. Анализ результатов расчетов для остальных исследуемых развитых стран также свидетельствует о наличии тенденции к сокращению эмиссий. Напротив, растущий тренд отмечается для развивающихся стран, прежде всего Китая. Подчеркнем, что вклад Китая в глобальный выброс (без учета ЗИЗЛХ) в среднем за 1990-2011 гг. оценивается примерно в 17%, в то время как к 2020 г. он может увеличиться более чем в два раза.

Альтернативным методом по распределению квоты на выбросы между странами может быть подход, использованный в [19], на основе соотношения численности населения. При этом предполагается равенство прав на выбросы вне зависимости от национальных условий. Были использованы данные ФАО [11] для 2011 г. и прогнозным оценкам на 2050 г., по которым мы оценили возможные вклады рассматриваемых в работе стран для этих лет (см. табл. 1). Данный метод приводит к значительным различиям в полученных результатах по сравнению с представленными выше методами: сокращение долей России, США и Японии более чем в два раза и увеличение в 3 раза вклада Индии. Несмотря на безусловную справедливость этого подхода по отношению к человечеству, его нельзя признать приемлемым для выработки адекватных мер по сокращению антропогенного воздействия на климатическую систему и распределения квот. Особенности географического, климатического характера, структуры энергетического и промышленного секторов, наконец, особенности культуры, уровень образования и здравоохранения — все это может оказывать влияние на тот минимальный уровень выбросов парниковых газов на душу населения, который возможен в конкретных условиях. Так обширная территория Российской Федерации и холодные климатические условия обуславливают

повышенные средние выбросы в расчете на одного человека [1], изменить которые в течение одного года или нескольких лет не представляется возможным.

Наконец, нами были определены средние вклады по всем рассмотренным выше подходам, среднее для выбросов по состоянию на 2011 и 2020 годы, а также среднее между текущим уровнем выбросов за период с 1990 по 2011 г. и населением в 2011 г. (см. табл. 1). Отметим, что авторы сходного исследования [19], которое, однако, не включало рассмотрение России, в качестве наиболее приемлемого подхода для распределения квот выбрали среднее между текущими выбросами и численностью населения. Как указано выше, целесообразность учета такого соотношения для некоторых стран, в частности для России, может оказаться под сомнением. По-видимому, необходимо проводить некоторую коррекцию вклада численности населения при распределении квот на выбросы, в частности, с учетом среднегодовых температур и некоторого индекса широтной и долготной протяженности территорий государств. Эта задача нашего дальнейшего исследования.

Абсолютная величина квоты Российской Федерации на выбросы также может быть оценена по нескольким подходам в зависимости от промежутка времени, на который она рассчитывается. Рассмотрим варианты на период после 2011 г., после 1990 г. и с 1870 г. (табл. 2).

Для исключения двойного учета поглощения квота должна быть определена для всех антропогенных эмиссий с территории страны, равноценно включая выбросы, как от промышленных источников, так и от имеющихся в секторе ЗИЗЛХ. В нашей работе квота рассчитана только по выбросам от лесных земель без рассмотрения других земельных категорий. Включение последних приведет к повышению величины квоты, учитывая, что и вклад России в глобальные эмиссии должен быть соответственно пересчитан.



Таблица 2

Величина квоты России на выбросы в разные периоды,  
при ограничении потепления не более 2 °С

Показатель	Величина квоты, Гт CO <sub>2</sub> экв.		
	с 1870 г.	с 1990 г.	с 2011 г.
Допустимое кумулятивное количество глобальных выбросов	2900	1570	1010
Доля выбросов России, %*	6,5	6,5	5,3
Абсолютная величина квоты на выбросы России	189,0	102,3	53,9
Использование квоты к концу 2011 г., %	72,8	50,1	0,0
Остаточная величина квоты на выбросы России на период после 2011 г.	51,4	51,1	53,9

Примечание. \*Для периодов с 1870 и 1990 гг. применена доля эмиссий России по историческим выбросам за период 1990–2011 гг. без ЗИЛЗХ, с 2011 г. – по соотношению текущих выбросов (2011 г.) без ЗИЛЗХ (см. табл. 1)

Допустимое остаточное количество выбросов на период после 2011 г. в случае ограничения потепления не более 2 °С с вероятностью >66% оценивается МГЭИК примерно в 1010 Гт CO<sub>2</sub> [5]. Применяя величину среднего вклада нашей страны между текущими выбросами (на 2011 г.) и будущими (на 2020 г.) без учета ЗИЛЗХ – 5,3% (см. табл. 1), определена квота России на выбросы равная 53,9 Гт CO<sub>2</sub>. Общие допустимые кумулятивные выбросы, относящиеся к доиндустриальному периоду (1870 г.), соответствуют 2900 Гт CO<sub>2</sub> [5]. По состоянию на 1990 г. величина глобальной суммарной накопленной эмиссии CO<sub>2</sub> за период с 1870 г. составила 1330 Гт CO<sub>2</sub> [20], следовательно, остаточное допустимое количество выбросов соответствует 1570 Гт CO<sub>2</sub> (разница между 2900 и 1330 Гт CO<sub>2</sub>). Для оценки квоты для периодов с 1870 г. и с 1990 г. использована доля средних выбросов России за период с 1990 по 2011 г., без учета сектора ЗИЛЗХ, равная 6,5% (см. табл. 1).

При расчетах по историческим периодам (с 1870 и 1990 гг.) необходимо было вычесть величину, на которую квота уже использована Россией. Во временном промежутке с 1990 по 2011 г. для этого использовали кумулятивные выбросы согласно данным Национального кадастра [3] от всех промышленных секторов (50,5 Гт CO<sub>2</sub> экв. за весь период) и эмиссию

парниковых газов от лесных земель (при обезлесении, осушении торфяных почв в лесах и от пожаров) – 0,8 Гт CO<sub>2</sub> экв. за период.

За период с 1960 по 1990 г. нами была получена доступная информация по ежегодным эмиссиям CO<sub>2</sub> от ископаемого топлива и производства цемента в России [14]. Этот ряд данных был продолжен до 2011 г. на основе материалов Национального кадастра [3] и на период до 1870 г. на основе метода интерполяции. При этом выбросы в 1870 г. были приняты равными нулю. Таким образом общая кумулятивная величина эмиссии CO<sub>2</sub> в России от ископаемого топлива и производства цемента оценена в 110,1 Гт CO<sub>2</sub>. Учитывая, что в среднем доля CO<sub>2</sub> от такого рода эмиссий составляет около 82,3% от общих национальных выбросов России без ЗИЛЗХ нами была выполнена соответствующая коррекция размера общих кумулятивных выбросов от всех промышленных источников за период с 1870 по 2011 г. Конечная величина была также скорректирована на вклад эмиссий от лесных земель (1,5%) и составила по расчетам 137,6 Гт CO<sub>2</sub> экв. за весь период 1870–2011 гг.

Как следует из таблицы 2, результаты расчетов квоты на остаточные после 2011 г. выбросы России по всем трем подходам оцениваются близкими значениями – от 51 до 54 Гт CO<sub>2</sub>, которые с учетом неопределенностей оценок пра-

ктически являются одной и той же величиной. Можно заключить, что наша страна не «занимает» чужое пространство в атмосфере по выбросам и, таким образом, «историческая ответственность», часто предъявляемая на переговорах по климату развивающимися странами в качестве аргумента для требований повышения амбиций сокращения эмиссий и увеличения объема финансирования, не применима по отношению к России. Отметим также, что по оценкам [19] Китай и США уже исчерпали свои доли на выбросы при условии ограничения потепления не более 2 °С.

В качестве рабочего варианта для дальнейшего анализа мы выбрали величину квоты для периода с 1990 г., как наиболее оптимальную для принятия будущих политических решений. Заметим, что подход, использованный нами для определения квот, может быть усовершенствован в отношении охвата парниковых газов. Так, данные по лимиту выбросов, допустимые для ограничения потепления не более 2 °С, разработанные МГЭИК, относятся только к антропогенным выбросам CO<sub>2</sub>, в то время как остальные парниковые газы не учтены. В наших оценках для расчета доли России мы использовали общие антропогенные выбросы всех парниковых газов с территории нашей страны в CO<sub>2</sub>-экв., таким образом, полученные нами оценки могут быть занижены.

#### **Роль лесного сектора в национальных обязательствах**

При сохранении существующего уровня выбросов парниковых газов Российская Федерация использует свою квоту в течение 24 лет при исключении лесного сектора и за 30 лет при его учете. После этого выбросы должны быть равны нулю (или не превышать поглощения лесными экосистемами). Принимая во внимание, что такой профиль выбросов маловероятен, для достижения поставленной цели по кумулятивным эмиссиям необходимо непрерывно снижать ежегодные выбросы парниковых газов. Величина этого сокращения за-

висит от года его начала и от учета лесного сектора.

На рисунке 2 приведены тренды выбросов парниковых газов от 1990 до 2012 г. по данным [3] с учетом поглощения в лесных экосистемах и без его учета (т. е. только выбросы от промышленных секторов и от лесных земель), а также прогнозируемые выбросы на период до 2055. В прогнозных оценках поглощение в лесах было принято равным вкладу в 2012 г.

Рассмотрены два варианта. В первом предполагается наращивание промышленных выбросов парниковых газов от текущего уровня до -25% от 1990 к 2020 г. согласно принятой внутренней национальной цели России (рис. 2а) [9]. В данном случае потребуются значительное снижение эмиссий, начиная с 2021 г., ежегодно на величину 8%, если поглощение в лесах не учитывается, и на 3% при учете лесного сектора. К 2050 г. выбросы (без учета поглощения) снизятся до 6% от уровня 1990 г. и до 0,1% этого уровня к 2100 г.

В другом варианте выбросы с территории Российской Федерации не увеличиваются с 2012 г. и сокращение начинается сразу со следующего 2013 года (рис. 2б). В данном случае ежегодная величина сокращения выбросов равняется 5,5 и 1,7% – без включения поглощения в лесном секторе и с его учетом соответственно. При этом к 2020 г. может быть уже достигнуто сокращение до -53% от уровня 1990 г. К 2050 г. размер эмиссий без учета поглощения в лесном секторе должна сократиться до 12% от уровня 1990 г., а к 2100-му – около 1%.

Очевидно, что чем раньше начнется снижение выбросов парниковых газов, тем более плавно оно может происходить и в течение более долгого периода. Основное сокращение эмиссий должно прийтись на период до 2050 г. Включение поглощения CO<sub>2</sub> в лесных экосистемах в учет позволяет снизить темпы ежегодного снижения выбросов примерно в 3 раза.

Попробуем определить, каким образом может быть полностью учтен вклад лесного

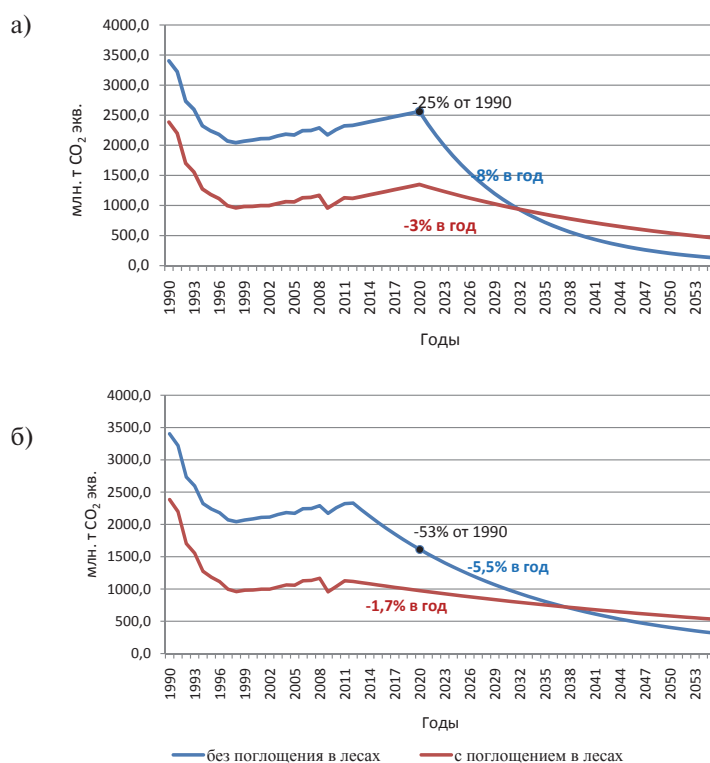


Рис. 2. Тренды эмиссий парниковых газов от 1990 до 2012 г. и прогнозируемые выбросы на период до 2055 г. с учетом поглощения в лесном секторе и без него при соблюдении квоты на выбросы по двум сценариям: а – наращивание выбросов к 2020 г. до достижения -25% от уровня 1990 г.; б – сокращение выбросов с 2013 г.

сектора в национальные обязательства страны при условии сохранения искусственных ограничений на его зачет. Весьма вероятно, что в новом климатическом соглашении сохранится «нетто-нетто» подход к учету единиц поглощения в лесах (рис. 1), и, вероятно, вновь будет выработано некоторое ограничение на выпуск этих единиц.

В настоящее время базовым уровнем для лесного сектора Российской Федерации принят баланс парниковых газов в лесных экосистемах по состоянию на 1990 г. Эта величина прошла процедуру независимого рецензирования экспертами РКИК ООН [12]. Таким образом, в настоящий момент наша страна предполагает использование исторического базового уровня.

Согласно прогнозным оценкам бюджета углерода управляемых лесов России (т. е. лесных территорий, за исключением резервных лесов, подлежащих учету согласно РКИК ООН), поглощение углерода лесами России убывает от современных 250 до 90 Мт С/год к 2050 г. даже при отсутствии изменений в объеме лесопользования. Это сокращение обусловлено изменением возрастной структуры лесных насаждений (увеличением среднего возраста лесов). При дополнительном наращивании объемов лесопользования, которое предусматривается «Стратегией развития лесного комплекса РФ на период до 2020 года» [7], снижение стока углерода в лесные экосистемы на период до 2050 г. оказывается еще больше (рис. 3) [2].

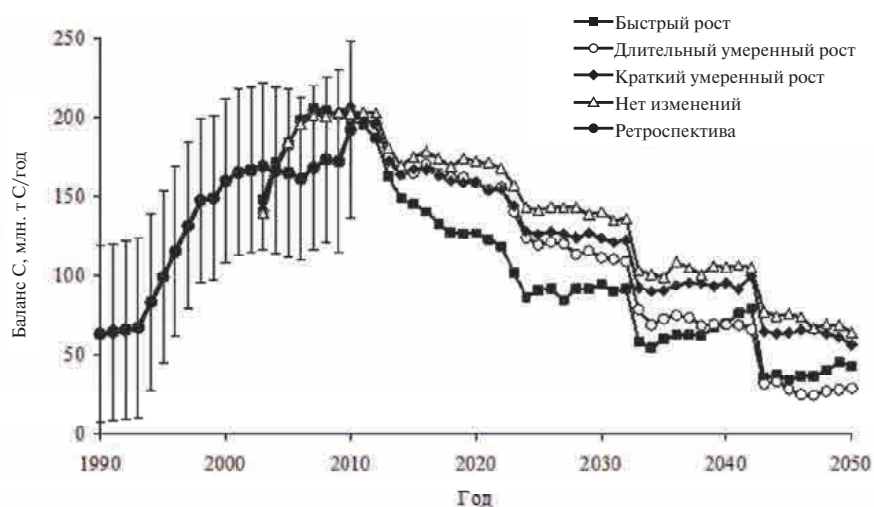


Рис. 3. Прогноз баланса углерода управляемых лесов России по модели CBM-CFS3 в соответствии со сценариями лесопользования и ретроспективная оценка по системе РОБУЛ [2]

Как следует из представленных прогнозных оценок, базовый уровень бюджета углерода в лесах по состоянию на 1990 г. может быть достигнут к 2040-м или 2050-м годам, в зависимости от сценария лесопользования, и снижаться далее вплоть до негативных величин. Правила, установленные в новом климатическом соглашении, по-видимому, будут действовать достаточно длительный срок, возможно, до 2050 г. и после. Поэтому для России предполагается целесообразным перейти на разработку прогнозных базовых уровней, которые используются подавляющим большинством развитых стран уже для второго периода Киотского протокола. При этом зачету в период выполнения обязательств будет подлежать величина нетто-баланса парниковых газов в лесном секторе, которая превышает (относительное поглощение) или находится ниже базового уровня (относительные выбросы). В случае точного расчета прогнозного базового уровня, основанного на учете только возрастной структуры лесов, среднего уровня естественных нарушений и запланированного объема лесопользования, а также при отсутствии дополнительных антропогенных действий, направленных на сохранение и увеличение за-

пасов углерода, вклад лесного сектора в выполнение обязательств должен быть равен нулю.

Согласно результатам исследования [2] (см. рис. 3) прогнозный базовый уровень России должен пересматриваться примерно каждые 10 лет. Мы выполнили соответствующие расчеты базовых уровней на периоды 2021-2030 гг., 2031-2040 гг. и 2041-2050 гг. Результаты приведены в таблице 3.

Для этого были определены величины бюджета углерода в управляемых лесах (по резервуарам биомассы, мертвого органического вещества, подстилки и почвы); проведена прогнозная оценка изменения запасов углерода в резервуаре древесной продукции на каждый из рассмотренных периодов; учтены среднегодовые выбросы метана и закиси азота от пожаров и при осушении торфяников в лесах за период с 2000 по 2012 г.; учтены также выбросы при среднем ежегодном уровне обезлесения (по состоянию на период 2000-2012 гг.). Дополнительно была проведена прогнозная оценка консервации углерода при облесении в среднем для каждого из временных интервалов. Вместо среднегодовых значений за известные годы нами было рассчитано поглощение только по существующим в 2012 г. площадям облесения с учетом динамики возрастной структу-

Таблица 3

## Прогнозные базовые уровни баланса парниковых газов в лесном секторе

Элементы базового уровня	Базовый уровень баланса парниковых газов в разные периоды, Мт CO <sub>2</sub> экв. в год		
	2021-2030 гг.	2031-2040 гг.	2041-2050 гг.
Бюджет углерода управляемых лесов <sup>1</sup>	489,5	360,5	231,4
Изменение запасов углерода в древесной продукции	-7,3	17,6	40,9
Выбросы метана и закиси азота от пожаров в лесах <sup>2</sup>	-22,7	-22,7	-22,7
Выбросы метана и закиси азота при осушении торфяников в лесах <sup>2</sup>	-2,1	-2,1	-2,1
Бюджет углерода при облесении <sup>3</sup>	1,79	0,31	0,002
Бюджет углерода при обезлесении <sup>2</sup>	-9,8	-9,8	-9,8
Итого базовый уровень	449,5	343,9	237,9

Примечания. 1 – по резервуарам биомассы, мертвого органического вещества, подстилки и почвы (по [2]); 2 – в среднем за период с 2000 по 2012 г.; 3 – по существующим в 2012 г. площадям, с учетом динамики возрастной структуры

ры. Подробно эта методика приведена в печати [4]. Таким образом, предполагается, что посадка лесов на землях других категорий в течение периода выполнения обязательств должна рассматриваться как дополнительное антропогенное воздействие, и по нему будет осуществляться полный зачет при сопоставлении с базовым уровнем. В наших прогнозных оценках по существующим в настоящее время площадям облесения получено, что общее поглощение углерода будет постепенно сокращаться, достигая нулевых значений к 2040-му году.

Средние выбросы от пожаров и при осушении торфяников за период 2000-2012 гг. были определены по данным Национального кадастра [3], в то время как оценка потерь при обезлесении учитывала новые результаты расчетов, выполненных для кадастра 2015 г. на основе существующей методологии [8].

Бюджет углерода управляемых лесов на период 2021-2030 гг. взят из работы Замолодчикова и Грабовского [2] для сценария «краткого умеренного роста лесозаготовок». Авторами также было отмечено, что к 2040-м годам по этому сценарию бюджет углерода лесов будет примерно

на уровне 1990 г. Это предположение было принято в наших расчетах, и для периода 2031-2040 гг. мы использовали среднее значение между бюджетами 2021-2030 и 2041-2050 гг. Прогноз резервуара углерода древесной продукции выполнен на основе ретроспективных оценок (FCCC/TAR/2011/RUS) при допущении, что к 2040 г. запас углерода в этом резервуаре также должен быть примерно на уровне 1990 г.

Для возможности полного учета поглощения в лесах при выполнении национальных обязательств, а не только зачета разницы между текущим балансом парниковых газов и базовым уровнем, величина прогнозного базового уровня должна быть включена в установленные количества (т. е. выбросы от всех источников в базовом году без учета сектора ЗИЗЛХ). В результате планируемое сокращение выбросов, которого необходимо достигнуть к определенному сроку, соответственно сократится на эту величину. Данное предложение проиллюстрировано на рисунке 4.

Предположим, что национальные обязательства к 2030 г. приняты равными -50% от уровня установленных количеств выбросов в

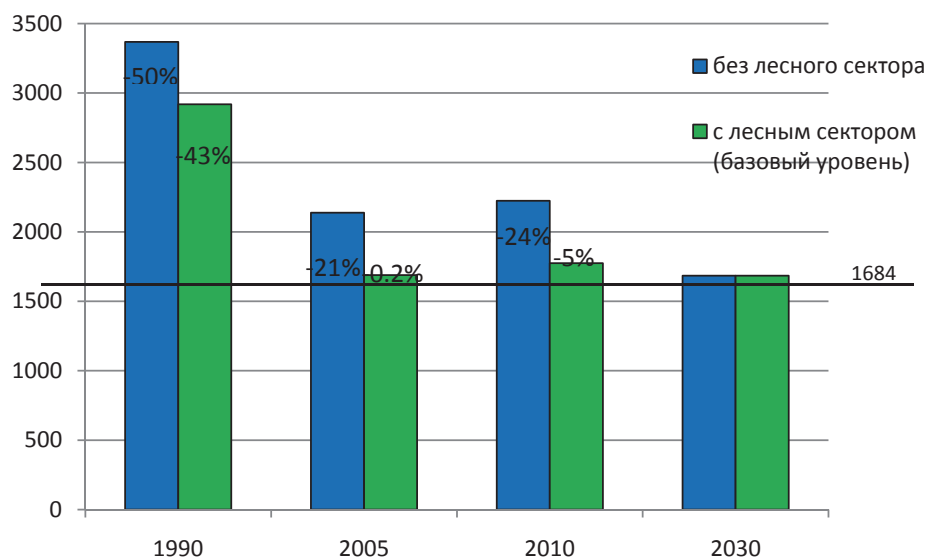


Рис. 4. Учет базового уровня поглощения в лесном секторе при выполнении национальных обязательств по сокращению выбросов парниковых газов от уровней 1990, 2005 и 2010 гг. (на примере цели по снижению выбросов на 50% от уровня 1990 г. к 2030 г.)

1990 г. Эта величина соответствует эмиссии в 2030 г. не выше 1684 Мт  $\text{CO}_2$  экв. В случае принятия базовым 2005 или 2010 г. потребуются сокращение на 21 и 24% соответственно. При учете в установленных количествах базового уровня поглощения в лесном секторе, рассчитанного нами для периода 2021-2030 гг., для достижения величины 1684 Мт  $\text{CO}_2$  экв. потребуется сокращение антропогенных выбросов на 43% от уровня 1990 г., на 0,2% от уровня 2005 г. и 5% от уровня 2010 г. (см. рис. 4).

Таким образом, полная величина поглощения в лесных экосистемах России без учета дополнительных антропогенных действий, направленных на увеличение запасов углерода (так называемых business-as-usual), может быть учтена при выполнении национальных обязательств. Хотя это не отразится напрямую на количестве выписанных единиц поглощения углерода. Последние могут быть получены при выполнении действий дополнительного характера в лесах на основе «нетто-нетто» подхода. Учитывая, что в рамках нового глобального климатического соглашения предполагается самостоятельная разработка национальных

обязательств странами (INDC), а включение лесного сектора, как и принцип его учета в национальных обязательствах, определяется самой страной, Российская Федерация может использовать возможность полного учета поглощения в лесах вне зависимости от правил зачета единиц поглощения, которые будут согласованы на период выполнения обязательств в результате будущих переговоров.

В таблице 4 приведена оценка вклада поглощения в лесном секторе для требуемого сокращения к 2030, 2040 и к 2050 гг. при условии ограничения потепления не более 2 °С, т. е. в соответствии с рассчитанной ранее квотой на выбросы России.

Вновь рассмотрены варианты сокращения выбросов от установленных количеств 1990, 2005 и 2010 гг. Наибольшая абсолютная величина базового уровня оценена для периода 2021-2030 гг., соответственно, его вклад в компенсацию выбросов при выполнении обязательств к 2030 г. наибольший и составляет 13% по отношению к выбросам 1990 г., 21% – к 2005 г. и 20% – к 2010 г. Вклад базового уровня для периода 2031-2040 гг. сокращается до 10, 16 и 15%

Таблица 4

## Вклад поглощения углерода в лесном секторе России при сокращении выбросов в соответствии с квотой

Вариант	Срок	Сокращение выбросов в сравнении с базовыми годами					
		1990 г.		2005 г.		2010 г.	
		Мт CO <sub>2</sub> экв. в год	%	Мт CO <sub>2</sub> экв. в год	%	Мт CO <sub>2</sub> экв. в год	%
Без учета лесного сектора	2030 г.	2270,6	67,4	1040,4	48,7	1126,3	50,7
	2040 г.	2891,2	85,8	1661,0	77,7	1746,9	78,6
	2050 г.	3160,7	93,9	1930,5	90,3	2016,5	90,7
С учетом лесного сектора (базовый уровень)	2030 г.	1821,0	62,4	590,8	35,0	676,8	38,2
	2040 г.	2547,3	84,2	1317,1	73,4	1403,0	74,6
	2050 г.	2922,8	93,4	1692,6	89,1	1778,6	89,6

соответственно, а для периода 2041–2050 гг. – до 7, 11 и 11% соответственно.

Следует отметить, что оценка экономической целесообразности рассмотренных выше темпов снижения выбросов в РФ не входила в задачи нашего исследования.

### Заключение

Суммарная эмиссия парниковых газов в Российской Федерации характеризуется уникальной особенностью: с одной стороны, она привносит сравнительно высокий вклад в глобальную величину (наша страна занимает 5–6-е место по абсолютным выбросам), а с другой – около 25% антропогенных эмиссий от промышленных источников компенсируется поглощением в секторе ЗИЗЛХ. Эта специфика должна быть учтена при разработке и выполнении национальных обязательств по смягчению воздействия изменения климата в Российской Федерации.

В представленной нами работе были использованы разные подходы по определению средних национальных допустимых выбросов на период после 2011 г. при условии ограничения глобального потепления не более 2 °С для стран – основных эмитентов (так называемые квоты на выбросы). Согласно подходу с использованием вклада исторических эмиссий (за период с 1990 по 2011 г.) на долю России

приходится около 6,5% (без учета сектора ЗИЗЛХ), однако при использовании соотношения по численности населения стран, доля нашей страны сокращается до 1,8%. Целесообразность учета этого соотношения для выработки адекватных мер по сокращению антропогенного воздействия на климатическую систему и распределения квот для некоторых стран, в частности для России, может оказаться под сомнением. Географические особенности нашей страны, такие как обширная территория и холодные климатические условия обуславливают повышенные средние выбросы в расчете на одного человека. По-видимому, необходимо проводить некоторую коррекцию вклада населения при распределении квот на выбросы, в частности, с учетом среднегодовых температур.

Абсолютные значения квоты на остаточные после 2011 г. выбросы России по всем подходам с использованием исторических данных по эмиссиям парниковых газов оцениваются близкими значениями – от 51 до 54 Гт CO<sub>2</sub>. Можно заключить, что в течение своего исторического развития наша страна не «заняла» чужое пространство в атмосфере по выбросам парниковых газов.

При сохранении существующего уровня эмиссии Российская Федерация использует

свою квоту в течение 24 лет — при исключении компенсации лесного сектора из учета и за 30 лет — при его учете. После этого выбросы должны быть равны нулю (или не превышать поглощения лесными экосистемами). Принимая во внимание, что такой вариант маловероятен, для достижения поставленной цели по кумулятивным выбросам необходимо непрерывно снижать величину ежегодной эмиссии парниковых газов. Чем раньше начнется понижение, тем более плавно оно может происходить и в течение более долгого периода. Основное сокращение эмиссий приходится на период до 2050 г. Включение поглощения в лесных экосистемах позволяет снизить темпы ежегодного сокращения выбросов примерно в 3 раза. При наращивании выбросов к 2020 г. до 75% от уровня 1990 г., начиная с 2021 г. потребуются ежегодное сокращение их на 8%, если поглощение в лесах не учитывается, и на 5% — при учете лесного сектора. К 2050 г. выбросы (без учета поглощения в лесах) снизятся до 6% от уровня 1990 г. При начале сокращения с 2013 г. ежегодная величина снижения уменьшится до 5,5 и 3,3% — без включения поглощения в лесном секторе и с его учетом соответственно. При этом к 2020 г. может быть уже достигнуто сокращение до 53% от уровня 1990 г.

Учитывая, что базовый уровень бюджета углерода в лесах по состоянию на 1990 г. может быть достигнут к 2040 или 2050 гг., в зависимости от сценария лесопользования, и может снижаться далее вплоть до негативных величин, в новом климатическом соглашении целесообразно перейти на прогнозные базовые уровни, ко-

торые должны учитывать динамику возрастной структуры лесов, средний уровень естественных нарушений и запланированный объем лесопользования. В случае точного расчета прогнозного базового уровня и при отсутствии дополнительных антропогенных действий, направленных на сохранение и увеличение запасов углерода, вклад лесного сектора в выполнение обязательств должен быть равен нулю. Предлагается, что прогнозный базовый уровень России может пересматриваться примерно каждые 10 лет. Наши расчеты этих уровней на периоды 2021-2030, 2031-2040 и 2041-2050 гг. соответствуют величинам 450, 344 и 238 Мт CO<sub>2</sub> экв. в год.

Для возможности полного учета поглощения в лесах при выполнении национальных обязательств величина прогнозного базового уровня должна быть включена в установленные количества (т. е. выбросы от всех источников в базовом году без сектора ЗИЗЛХ). В результате планируемое сокращение выбросов, которое необходимо достигнуть к определенному сроку, соответственно сократится на эту величину. В рамках нового глобального климатического соглашения предполагается самостоятельная разработка национальных обязательств странами, а включение лесного сектора, как и принцип его учета в национальных обязательствах, должен определяться самой страной. В таких условиях Российская Федерация может использовать возможность полного учета поглощения в лесах вне зависимости от правил зачета единиц поглощения, которые будут согласованы на период выполнения обязательств в результате будущих переговоров.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бедрицкий, А.И. Влияние климатических и географических условий и структурных особенностей экономики России на антропогенную эмиссию парниковых газов / А.И. Бедрицкий, В.Г. Блинов, П.Н. Варгин, А.П. Метальников // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). М.: ИАЦ Энергия, 2009. — 36 с.
2. Замолодчиков, Д.Г. Прогнозные оценки лесных стоков на период до 2050 года и вклад лесного сектора в обязательства Российской Федерации по новому климатическому соглашению / Д.Г. Замолодчиков, В.И. Грабовский // Бюл. «Использование и охрана природных ресурсов в России», 2014. — № 3. — С. 23-27; № 4. — С. 31-34.



3. Кадастр-2014. Национальный доклад Российской Федерации о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990-2011 гг. М., 2014. Ч. 1. – 479 с.
4. Коротков, В.Н. Особенности учета выбросов и стоков парниковых газов при облесении, обезлесении и лесоправлении в рамках отчетности по Киотскому протоколу / В.Н. Коротков, А.А. Романовская // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. СПб. – 2013. – № 2. – С. 12-15.
5. МГЭИК, 2013 г. Изменение климата, 2013 г.: Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы-1 в Пятый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата. [Стокер Т.Ф., Цинь Д., Платтнер Дж.-К., Тигнор М., Аллен С.К., Бошунг Дж., Науэлс А., Ся Ю., Бекс В. и Мидглей П.М. (редакторы)]. Кембридж Университи Пресс, Кембридж, Соединенное Королевство, и Нью-Йорк, США.
6. РКИК ООН, 1999. Рамочная конвенция ООН об изменении климата, издана Секретариатом РКИК при поддержке Информационного центра по конвенциям ЮНЕП. Женева, 1999. – 41 с.
7. Стратегия развития лесного комплекса на период до 2020 года (утв. приказами Минпромторга России № 248, Минсельхоза России № 482 от 31 октября 2008 г.)
8. Трунов, А.А. Дифференцированный подход к оценке выбросов углекислого газа от обезлесения в Российской Федерации в 2000-2012 гг. / А.А. Трунов, В.Н. Коротков // В сб. Инновации и технологии в лесном хозяйстве - ИТФ-2014. Тезисы докладов IV Международной научно-практической конференции, 27-28 мая 2014 г. Санкт-Петербург: СПбНИИЛХ, 2014. – С. 120.
9. Указ Президента Российской Федерации от 30 сентября 2013 г. № 752 «О сокращении выбросов парниковых газов».
10. CAIT, 2014. Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) 2.0. 2014. Washington, DC: World Resources Institute. Available online at: <http://cait2.wri.org>.
11. FAO, 2014. Food and agriculture organization of the United Nations. Statistics Division. Available online at: <http://faostat3.fao.org/download/O/OA/E>
12. FCCC/TAR/2011/RUS. Report of the technical assessment of the forest management reference level submission of Russian Federation submitted in 2011. UNFCCC, 2011. Available online at: <http://unfccc.int/resource/docs/2011/tar/rus01.pdf>
13. Friedlingstein, P. Persistent growth of CO<sub>2</sub> emissions and implications for reaching climate targets / P. Friedlingstein, R.M. Andrew, J. Rogelj, G.P. Peters, J.G. Canadell, R. Knutti, G. Luderer, M.R. Raupach, M. Schaeffer, D.P. van Vuuren & C. Le Quéré // Nature Geoscience. – 2014. – 7. – P. 709-715. doi:10.1038/ngeo2248
14. Global Carbon Atlas, 2014. Overview of the Global Carbon Project's data on greenhouse gas emissions between 1960 and 2013 for over 200 countries. Available online at: <https://greenhouse-gas-emissions.silk.co/page/Greenhouse-gas-emissions---by-country>
15. Global Carbon Budget, 2014. <http://www.slideshare.net/GlobalCarbonProject/global-carbon-budget-2014>
16. Glossary: Carbon Dioxide and Climate. ORNL/CDIAC-39, Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, 1990. Third Edition. Edited by: Fred O'Hara Jr.
17. Le Quere, C. Global Carbon Budget 2014 / C. Le Quere, R. Moriarty, R.M. Andrew, G.P. Peters, P. Ciais, P. Friedlingstein, S.D. Jones, S. Sitch, P. Tans, A. Arneeth, T.A. Boden, L. Bopp, Y. Bozec, J.G. Canadell, F. Chevallier, C.E. Cosca, I. Harris, M. Hoppema, R.A. Houghton, J.I. House, J.K. Jain, T. Johannessen, E. Kato, R.F. Keeling, V. Kitidis, K. Klein Goldewijk, C. Koven, C. Landa, P. Landschützer, A. Lenton, I.D. Lima, G. Marland, J.T. Mathis, N. Metzl, Y. Nojiri, A. Olsen,

- T. Ono, W. Peters, B. Pfeil, B. Poulter, M.R. Raupach, P. Regnier, C. Rödenbeck, S. Saito, J.E. Salisbury, U. Schuster, J. Schwinger, R. Séférian, J. Segschneider, T. Steinhoff, B.D. Stocker, A.J. Sutton, T. Takahashi, B. Tilbrook, G. van der Werf, N. Viovy, Y.P. Wang, R. Wanninkhof, A. Wiltshire, N. Zeng // *Earth System Science Data Discussions*, 2014. – 7. – P. 521-610. <http://dx.doi.org/10.5194/essdd-7-521-2014>.
18. NOAA-ESRL, 2014. U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration. Earth System Research Laboratory. Available online at: <http://www.esrl.noaa.gov/index.html>
19. Raupach, M.R. Sharing a quota on cumulative carbon emissions / M.R. Raupach, S.J. Davis, G.P. Peters, R.M. Andrew, J.G. Canadell, P. Ciais, P. Friedlingstein, F. Jotzo, D.P. van Vuure and C. Le Quéré // *Nature Climate Change*. – 2014. – 4. – P. 873-879. doi:10.1038/nclimate2384
20. Tavoni, M. Safe vs. Fair: A Formidable Trade-off in Tackling Climate Change / M. Tavoni, S. Chakravarty and R. Socolow // *Sustainability*. – 2012. – 4. – P. 210-226. doi:10.3390/su4020210

#### REFERENCES

1. Bedrickij, A.I. Vliyanie klimaticheskix i geograficheskix uslovij i strukturnyx osobennostej e'konomiki Rossii na antropogennuyu e'missiyu parnikovyx gazov/ A.I. Bedrickij, V.G. Blinov, P.N. Vargin, A.P. Metal'nikov// *Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushhej sredy (Rosgidromet)*. M.: IAC E'nergiya, 2009. – 36 s.
2. Zamolodchikov, D.G. Prognoznye ocenki lesnyx stokov na period do 2050 goda i vklad lesnogo sektora v obyazatel'stva Rossijskoj Federacii po novomu klimaticheskomu soglasheniyu / D.G. Zamolodchikov, V.I. Grabovskij// *Byul. «Ispol'zovanie i ohrana prirodnyx resursov v Rossii»*, 2014. – № 3. – S. 23-27; № 4. – S. 31-34.
3. Kadastr-2014. Nacional'nyj doklad Rossijskoj Federacii o kadastre antropogennyx vybrosov iz istochnikov i absorbcii poglotitelyami parnikovyx gazov, ne reguliruemyx Monreal'skim protokolom, za 1990-2011 gg. M., 2014. Ch. 1. – 479 s.
4. Korotkov, V.N. Osobennosti ucheta vybrosov i stokov parnikovyx gazov pri oblesenii, obezlesenii i lesoupravlenii v ramkax otchetnosti po Kiotskomu protokolu / V.N. Korotkov, A.A. Romanovskaya// *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo xozyajstva*. SPb. – 2013. – № 2. – S. 12-15.
5. MGE'IK, 2013 g. Izmenenie klimata, 2013 g.: Fizicheskaya nauchnaya osnova. Vklad Rabochej gruppy-1 v Pyatyj doklad ob ocenke Mezhpripravitel'stvennoj gruppy e'kspertov po izmeneniyu klimata. [Stokker T.F., Cin' D., Plattner Dzh.-K., Tignor M., Allen S.K., Boshung Dzh., Naue'ls A., Sya Yu., Beks V. i Midglej P.M. (redaktery)]. Kembriidzh Yuniversiti Press, Kembriidzh, Soedinennoe Korolevstvo, i N'yu-Jork, SShA.
6. RKIK OON, 1999. Ramochnaya konvenciya OON ob izmenenii klimata, izdana Sekretariatom RKIK pri podderzhke Informacionnogo centra po konvenciyam YuNEP. Zheneva, 1999. – 41 s.
7. Strategiya razvitiya lesnogo kompleksa na period do 2020 goda (utv. prikazami Minpromtorga Rossii № 248, Minsel'xoza Rossii № 482 ot 31 oktyabrya 2008 g.)
8. Trunov, A.A. Differencirovannyj podxod k ocenke vybrosov uglekislogo gaza ot obezleseniya v Rossijskoj Federacii v 2000-2012 gg. / A.A. Trunov, V.N. Korotkov // V sb. *Innovacii i tehnologii v lesnom xozyajstve – ITF-2014. Tezisy dokladov IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 27-28 maya 2014 g.* Sankt-Peterburg: SPbNIIILX, 2014. – S. 120.
9. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 30 sentyabrya 2013 g. № 752 “O sokrashhenii vybrosov parnikovyx gazov”.
10. CAIT, 2014. Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) 2.0. 2014. Washington, DC: World Resources Institute. Available online at: <http://cait2.wri.org>.

11. FAO, 2014. Food and agriculture organization of the United Nations. Statistics Division. Available online at: <http://faostat3.fao.org/download/O/OA/E>
12. FCCC/TAR/2011/RUS. Report of the technical assessment of the forest management reference level submission of Russian Federation submitted in 2011. UNFCCC, 2011. Available online at: <http://unfccc.int/resource/docs/2011/tar/rus01.pdf>
13. Friedlingstein, P. Persistent growth of CO<sub>2</sub> emissions and implications for reaching climate targets / P. Friedlingstein, R.M. Andrew, J. Rogelj, G.P. Peters, J.G. Canadell, R. Knutti, G. Luderer, M.R. Raupach, M. Schaeffer, D.P. van Vuuren & C. Le Quéré // *Nature Geoscience*. – 2014. – 7. – P. 709-715. doi:10.1038/ngeo2248
14. Global Carbon Atlas, 2014. Overview of the Global Carbon Project's data on greenhouse gas emissions between 1960 and 2013 for over 200 countries. Available online at: <https://greenhouse-gas-emissions.silk.co/page/Greenhouse-gas-emissions---by-country>
15. Global Carbon Budget, 2014. <http://www.slideshare.net/GlobalCarbonProject/global-carbon-budget-2014>
16. Glossary: Carbon Dioxide and Climate. ORNL/CDIAC-39, Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, 1990. Third Edition. Edited by: Fred O'Hara Jr.
17. Le Quere, C. Global Carbon Budget 2014 / C. Le Quere, R. Moriarty, R.M. Andrew, G.P. Peters, P. Ciais, P. Friedlingstein, S.D. Jones, S. Sitch, P. Tans, A. Arneeth, T.A. Boden, L. Bopp, Y. Bozec, J.G. Canadell, F. Chevallier, C.E. Cosca, I. Harris, M. Hoppema, R.A. Houghton, J.I. House, J.K. Jain, T. Johannessen, E. Kato, R.F. Keeling, V. Kitidis, K. Klein Goldewijk, C. Koven, C. Landa, P. Landschützer, A. Lenton, I.D. Lima, G. Marland, J.T. Mathis, N. Metz, Y. Nojiri, A. Olsen, T. Ono, W. Peters, B. Pfeil, B. Poulter, M.R. Raupach, P. Regnier, C. Rödenbeck, S. Saito, J.E. Salisbury, U. Schuster, J. Schwinger, R. Séférian, J. Segsneider, T. Steinhoff, B.D. Stocker, A.J. Sutton, T. Takahashi, B. Tilbrook, G. van der Werf, N. Viovy, Y.P. Wang, R. Wanninkhof, A. Wiltshire, N. Zeng // *Earth System Science Data Discussions*, 2014. – 7. – P. 521-610. <http://dx.doi.org/10.5194/essdd-7-521-2014>.
18. NOAA-ESRL, 2014. U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration. Earth System Research Laboratory. Available online at: <http://www.esrl.noaa.gov/index.html>
19. Raupach, M.R. Sharing a quota on cumulative carbon emissions / M.R. Raupach, S.J. Davis, G.P. Peters, R.M. Andrew, J.G. Canadell, P. Ciais, P. Friedlingstein, F. Jotzo, D.P. van Vuure and C. Le Quéré // *Nature Climate Change*. – 2014. – 4. – P. 873-879. doi:10.1038/nclimate2384
20. Tavoni, M. Safe vs. Fair: A Formidable Trade-off in Tackling Climate Change / M. Tavoni, S. Chakravarty and R. Socolow // *Sustainability*. – 2012. – 4. – P. 210-226. doi:10.3390/su4020210