



WWF®

СОХРАНИМ
ПРИРОДУ
ВМЕСТЕ!

ЛЕС И КЛИМАТ

Как выглядит
глобальный

Как
изменение климата
влияет

круговорот CO_2

на лесные пожары

площадь лесов планеты

Почему леса России
являются

нетто-стоком CO_2
из атмосферы

Можно ли
«заработать»

на роли лесов России

Что можете сделать

Какие меры
предпринять
в России

ЛИЧНО ВЫ

в новом соглашении



WWF®

СОХРАНИМ
ПРИРОДУ
ВМЕСТЕ!

ЛЕС И КЛИМАТ

Москва
2015

УДК 630.111:551.55

ББК 43.425.1

Л50

Авторы:

Замолодчиков Д.Г., МГУ им. М.В. Ломоносова, разделы 3 и 4;

Кобяков К.Н., WWF России, разделы 2 и 6;

Кокорин А.О., WWF России, предисловие, разделы 1, 2 и 5, выводы;

Алейников А.А., ЦЭПЛ РАН, раздел 2;

Шматков Н.М., WWF России, раздел 6, выводы.

Рецензенты:

Бердин В.Х., Международный центр устойчивого энергетического развития под эгидой ЮНЕСКО;

Федоров Ю.Н., Национальная организация поддержки проектов поглощения углерода.

Л50 **Замолодчиков Д.Г., Кобяков К.Н., Кокорин А.О., Алейников А.А., Шматков Н.М.**
Лес и климат. — М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2015. — 40 с.

ISBN 978-5-906599-19-3

Издание предназначено для широкой аудитории: представителей официальных органов и бизнеса, экологических организаций, СМИ, преподавателей и студентов, для всех интересующихся ролью лесов в изменении климата и решении проблемы антропогенного воздействия на климатическую систему Земли, мерами, которые можно предпринять на национальном и международном уровне, в частности, в контексте нового климатического соглашения ООН.

ISBN 978-5-906599-19-3

УДК 630.111:551.55

ББК 43.425.1

Распространяется бесплатно

Дизайн и компьютерная верстка *Денис Копейкин*.

Дизайн обложки *Александр Филиппов*.

Издание подготовлено по проекту WWF России «Лес и климат в контексте Парижского соглашения РКИК ООН», выполняемому при поддержке Посольства Королевства Норвегии в РФ.

В электронном виде брошюра имеется на сайте wwf.ru/publ

© WWF России, 2015 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
1. Круговорот CO₂ и климатические проблемы	5
Всегда ли лес является нетто-стоком CO ₂ ?	5
Существует ли глобальная проблема снижения концентрации кислорода?	6
Как выглядит глобальный круговорот CO ₂ ?	7
Как человек воздействует на круговорот CO ₂ ?	8
Какова роль человека в изменениях климата в XXI веке?	9
2. Лес и человек	10
Как человек изменил площадь лесов планеты?	10
Как леса России изменились в результате хозяйственной деятельности?	12
Какие леса более важны для долгосрочного депонирования углерода?	16
Могут ли посадки лесов спасти нас от антропогенного изменения климата? ...	17
3. Воздействие изменения климата на леса России	20
Почему лесистость территории зависит от климата?	20
Как изменения климата воздействуют на распространение и разнообразие лесов?	21
Как изменение климата влияет на лесные пожары?	24
Как на леса воздействуют опасные погодные явления?	25
4. Проблема потенциального снижения поглощения CO₂ лесами России	26
Почему леса России являются нетто-стоком CO ₂ из атмосферы?	26
Почему сток углерода в леса России будет снижаться?	28
5. Леса России и новое климатическое соглашение ООН	30
Какие обязательства по выбросам Россия берет по новому соглашению?	30
Какие действия по лесам требуются от России?	31
Можно ли «заработать» на роли лесов России в новом соглашении?	31
6. Что делать?	34
Какие меры нужно предпринять в России?	34
Выводы	38
Литература	39

ПРЕДИСЛОВИЕ

То, что леса влияют на климат и сами находятся под воздействием изменений климата, не вызывает сомнений [Второй оценочный..., 2014; IPCC, 2014]. Однако картина взаимодействия не столь проста и иногда обрастает слухами и суждениями, которые должны быть четко отделены от научного взгляда на проблему. Особенно важно сделать это в преддверии крупномасштабных международных и национальных решений, в частности, в 2015–2016 гг., когда ожидается принятие Парижского соглашения Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН), а затем будут разрабатываться правила его реализации и национальные меры [UNFCCC, 2015; Кокорин и др., 2015].

Есть ряд вопросов, которые на уровне научных статей и докладов уже достаточно хорошо проработаны, но в более широкой аудитории встречаются ложные суждения. Всегда ли идущие в лесу процессы приводят к изъятию (абсорбции, или стоку) CO₂ из атмосферы? Насколько леса России важны с точки зрения глобального баланса CO₂ и влияния на него человека? Являются ли они существенным источником кислорода для всей планеты? Что означает «*максимально возможный учет поглощающей способности лесов*», который Россия поставила условием выполнения своих обязательств в новой климатической договоренности? Можно ли «спасти» планету с помощью посадки лесов? Что нужно делать?

Цель данной брошюры — дать краткую, но научно строгую сводку знаний по теме «лес и климат», ориентированную на вопросы, связанные с новой договоренностью ООН и ее правилами, а в перспективе и с российскими решениями. Выделим лишь некоторые из тезисов, которые обосновываются в брошюре.

Леса России и даже всего мира не могут быть «спасением» от антропогенных выбросов парниковых газов, а глобальной проблемы кислорода не существует в принципе.

С точки зрения глобального баланса CO₂ России важно не нарастить сток (это нереально), а по максимуму сохранить то, что есть, т.е. примерно 600 млн т CO₂ в год, которые составляют лишь 1,2% глобальных антропогенных выбросов парниковых газов, но компенсируют более 20% от нынешних выбросов в секторах экономики страны.

«Максимально возможный учет поглощающей способности лесов» в новом соглашении ООН, безусловно, нужен, но за ним не могут стоять меркантильные соображения: сохранить наиболее ценные леса нужно как уникальный природный объект.

Таким образом, климатическая задача фактически идентична цели сохранения наиболее ценных лесов и экологически грамотного ведения лесного хозяйства.

Авторы выражают глубокую благодарность рецензентам, которые внесли большой вклад в улучшение издания; сотрудникам WWF России: Ю. В. Калиничевой, О. Н. Липка и Е. В. Чувасову, принимавшим активное участие в обсуждении работы и ее подготовке к изданию.

1. КРУГОВОРОТ CO₂ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Всегда ли лес является нетто-стоком CO₂?

Со школьных времен мы знаем, что при фотосинтезе леса из атмосферы поглощают CO₂ и выделяют кислород, есть и расхожее выражение — «леса — легкие планеты». Однако оба утверждения не столь просты. Конечно, при фотосинтезе CO₂ поглощается, но в лесу есть масса других процессов, при которых CO₂ поступает обратно в атмосферу. Это дыхание растений и животных, разложение опавших листьев и веток, упавших стволов и пней. Итоговый баланс может быть как положительным (нетто-сток из атмосферы), так и отрицательным (нетто-эмиссия в атмосферу). Не всякий лес и не всегда является нетто-стоком CO₂. Все зависит от соотношения потоков, показанных на рис. 1. Если лес поврежден в результате вспышки численности насекомых или пожара, то могут превалировать потери углерода (эмиссия CO₂). Если же лес молодой и быстро растет, то поглощение CO₂ будет больше эмиссии.

Рис. 1.
Потоки углерода
в лесной экосистеме

ПОТОКИ УГЛЕРОДА В ЛЕСНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ

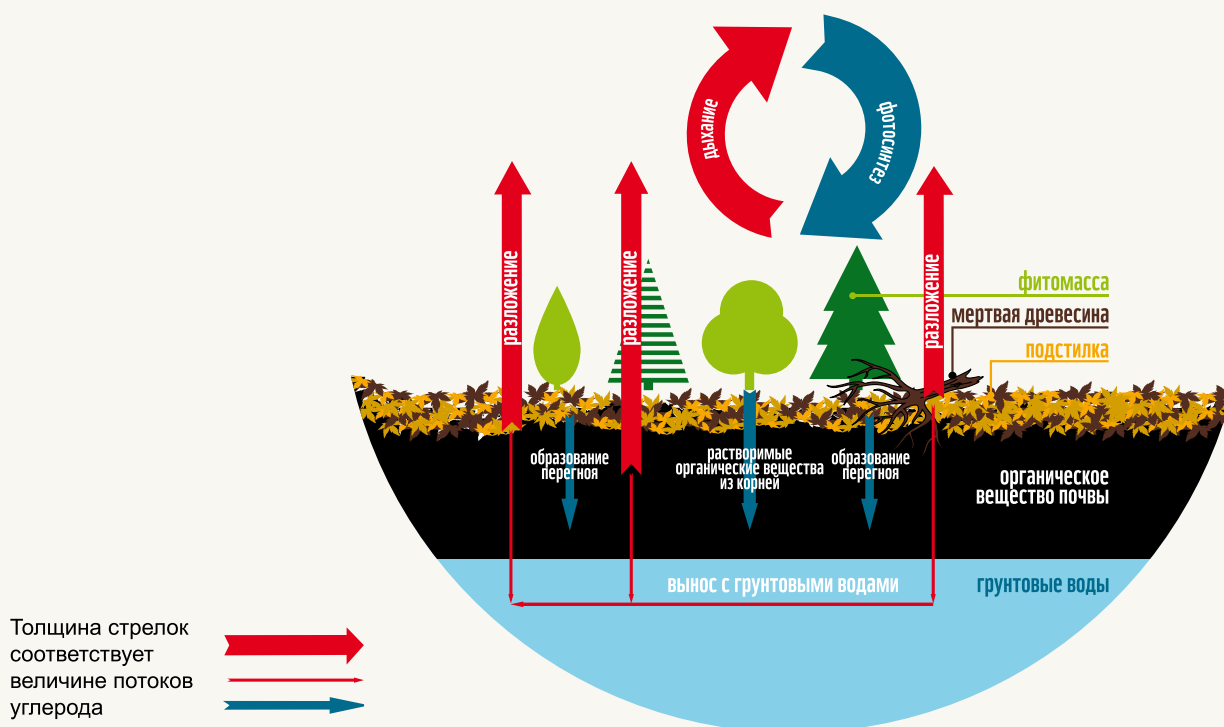


Рис. 2.
Самые крупные деревья
могут содержать
до 15 тонн углерода
(примерно 50 тонн CO₂)



Любой лес — динамическая система, в которой постоянно происходят различные изменения. Старые деревья умирают, на их месте вырастают молодые, на все это могут накладываться природные пожары, ветровалы, лавины, изменения русел рек, и т.д., а также деятельность животных, причем некоторые из них (бобры, лоси, различные насекомые) оказывают очень значительное влияние на лесные экосистемы. Естественные леса, мало затронутые деятельностью человека, являются почти углеродно-нейтральными системами (с тенденцией к медленному накоплению углерода в почве). Деятельность человека — прежде всего, сведение лесов для сельского хозяйства, застройки и других целей, рубки леса для заготовки древесины, увеличение числа пожаров, — смещает сложившийся в лесах углеродный баланс. Единственная возможность повлиять на него также лежит в управлении деятельностью человека.

Существует ли глобальная проблема снижения концентрации кислорода?

Ситуация с балансом кислорода в лесной экосистеме такая же, как и с углеродом. При фотосинтезе кислород выделяется, но расходуется при гниении и окислении различных органических остатков. Поэтому нетто-поток кислорода может быть направлен как в атмосферу, так и из атмосферы. Однако между O₂ и CO₂ есть принципиальное отличие. Кислорода в кубометре воздуха примерно в 500 раз больше, чем CO₂. Поэтому даже многократное увеличение концентрации CO₂ в атмосфере, вызванное, например, процессами горения, при которых из атмосферы забирается O₂, на концентрацию кислорода в атмосфере практически

не влияет. Фактически весь мир сейчас живет за счет огромных запасов кислорода, накопленных за прошлые миллионы лет.

Конечно, концентрация кислорода снижается, т.к. и лесов становится все меньше, и ископаемого топлива сжигается все больше, но это очень медленный процесс, не представляющий для человечества никакой опасности [Замолодчиков, 2006]. Содержание кислорода может существенно меняться в городе, в отдельном лесном массиве, но не более. Кроме того, оно гораздо сильнее снижается с высотой, что у жителей равнин может вызывать горную болезнь. Однако глобальной проблеме кислорода назвать нельзя.

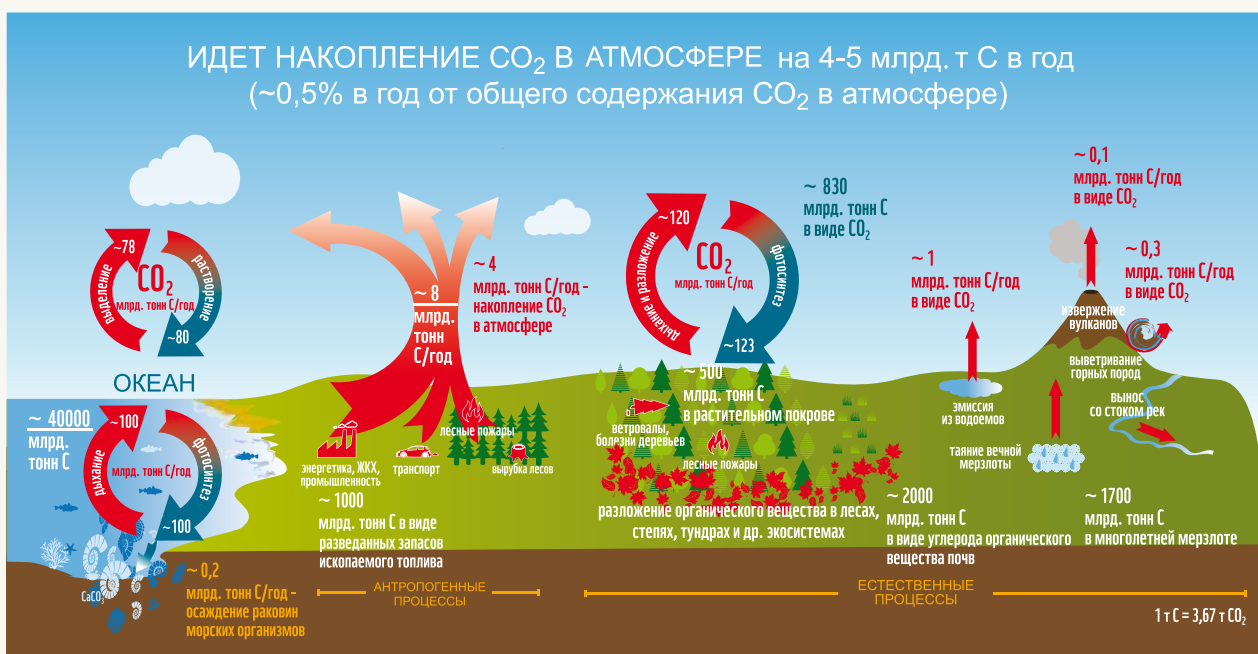
Как выглядит глобальный круговорот CO₂?

Построение единой картины планетарного круговорота CO₂ (или круговорота углерода, что по сути дела одно и то же) — очень непростая задача. Имеется много научных работ, где рассчитываются отдельные глобальные или региональные компоненты — потоки CO₂. Их сведению воедино была посвящена очень кропотливая работа в рамках подготовки Пятого оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [IPCC, 2013; Кокорин, 2014], где с максимальным учетом всего спектра оценок и данных была составлена единая картина, которая представлена на рис. 3. Для понимания ситуации нужно рассматривать весь круговорот, включая океан, водоемы и вулканы, действия человека и т.п.

Наземные экосистемы тоже имеют свой поток захоронения в виде накопления почвенного углерода, но он не столь «вечен», как донные

Рис. 3. Глобальный круговорот углерода (CO₂)

Источник: по данным [IPCC, 2013], стр. 471



океанские осадки. Почва может деградировать и содержание в ней углерода может снижаться. Сейчас леса, почвы и другие наземные экосистемы планеты сокращаются и деградируют. В долгосрочном плане это сокращение очень сильное.

Как человек воздействует на круговорот CO₂?

Существуют твердые доказательства главной роли человека в увеличении концентрации CO₂ в атмосфере. Во-первых, изотопный состав CO₂ (содержание ¹³C) различен при сжигании ископаемого топлива и при дыхании биоты. Дополнительным доказательством служит корреляционный анализ динамики выбросов от сжигания топлива и роста концентрации. Конечно, в прошлые эпохи концентрация CO₂ изменялась в очень широких пределах, от 100 до 1000 ppm, но в последнюю тысячу лет она была стабильна и до 1900 г. не выходила за пределы 270–290 ppm [IPCC, 2013]. Теперь баланс нарушен, и идет резкий рост концентрации CO₂ в атмосфере — за последние 50 лет на 80 ppm (с 320 до 400 ppm¹).

На повышение концентрации CO₂ в атмосфере леса и другие наземные экосистемы отреагировали ростом газообмена примерно на 10–15 млрд т С, а газообмен океана с атмосферой вырос на 15–20 млрд т С (в среднем за 2000–2009 гг.) [IPCC, 2013, стр. 471]. При этом нетто-сток CO₂ оценивается как примерно 3,5 млрд т С в год (с учетом поступления CO₂ из пресных вод, вулканов и выветривания горных пород). Это составляет менее половины от его поступления от сжигания угля, газа и нефтепродуктов, а также ряда промышленных процессов.

Таблица 1.

Глобальный бюджет антропогенного воздействия на круговорот углерода (нетто-сток или уменьшение — отрицательные числа, эмиссия или рост — положительные числа).

Источник: [IPCC, 2013], стр. 486

	Кумулятивное накопление, млрд т С	Оценка средних за десятилетие потоков, млрд т С/год			
		1750-2011	1980-1989	1990-1999	2000-2009
Атмосфера, рост содержания	240 ± 10	3,4 ± 0,2	3,1 ± 0,2	4,0 ± 0,2	4,3 ± 0,2
Сжигание ископаемого топлива и производство цемента	375 ± 30	5,5 ± 0,4	6,4 ± 0,5	7,8 ± 0,6	8,3 ± 0,7
Поток океан-атмосфера	-155 ± 30	-2,0 ± 0,7	-2,2 ± 0,7	-2,3 ± 0,7	-2,4 ± 0,7
Поток суша-атмосфера, в том числе	20 ± 45	-0,1 ± 0,8	-1,1 ± 0,9	-1,5 ± 0,9	-1,6 ± 1,0
нетто эффект изменения землепользования	180 ± 80	1,4 ± 0,8	1,5 ± 0,8	1,1 ± 0,8	0,9 ± 0,8
прочие потоки суша-атмосфера	-160 ± 90	-1,5 ± 1,1	-2,6 ± 1,2	-2,6 ± 1,2	-2,5 ± 1,3

Неопределенность оценок антропогенного воздействия дана по 90%-ному доверительному интервалу.

¹ ppm — parts per million, частей на миллион — отношение числа молекул газа к общему числу молекул в единице объема сухого воздуха.

За период с 2000 по 2009 г. изменения землепользования (вырубка лесов, потери почвенного углерода и т.п.) выразились в нетто-эмиссии CO₂ в атмосферу, равной 1 млрд т С в год, см. табл. 1. По оценке МГЭИК, за последние три десятилетия наметилась тенденция к улучшению ситуации с поглощением CO₂ наземными экосистемами [IPCC, 2013, стр. 486]. Эмиссия от сведения лесов и деградации земель стала несколько меньше, но она по-прежнему велика.

Какова роль человека в изменениях климата в XXI веке?

Тысячи, миллионы и десятки миллионов лет климат менялся под действием естественных процессов: дрейфа континентов и оледенения суши, вариаций орбиты Земли — прихода и ухода ледниковых периодов, солнечных и вулканических факторов, океанских «циклов», перераспределяющих энергию между атмосферой и океаном [IPCC, 2013; Второй оценочный..., 2014; Кокорин и др., 2013].

Однако затем на «климатическую сцену» вышел человек: сначала он стал рубить леса и сжигать уголь, а затем газ и нефтепродукты, причем во все больших объемах. Человек на несколько процентов усилил парниковый эффект и создал первопричину глобального потепления. Одновременно человек увеличил загрязнение воздуха аэрозольными частицами, что в целом приводит к похолоданию, но этот эффект меньше потепления. Вырубая леса, человек изменил и альбедо — отражательную способность земной поверхности: она стала чуть больше, что действует в сторону похолодания, но совсем мало. Прогрев атмосферы привел и к прогреву верхних слоев океана — доминирующей по теплоемкости части климатической системы Земли. Когда были получены данные, однозначно показывающие, что главная часть — океан — «греется», ученые сделали твердый вывод о наличии глобального потепления [IPCC, 2013; Второй оценочный..., 2014; Кокорин и др., 2013].

В вышедшем в 2014 г. обширном докладе российских ученых проведен детальный анализ всех потенциально возможных естественных и антропогенных факторов воздействия на климат [Второй оценочный..., 2014]. Сделан следующий вывод: *«Основной вклад в наблюдаемое повышение температуры на территории России, начиная со второй половины XX в., вносят изменения концентрации парниковых газов. Однако и естественные внешние воздействия значимо проявляются в межгодовых колебаниях температуры»*. При этом подчеркивается, что влияние антропогенных факторов играет основную роль только при осреднении за достаточно большое время, в частности, за XXI век. *«Тренды в наблюдениях за короткие периоды (десятилетия) могут быть в большей степени обусловлены собственной изменчивостью климатической системы, в значительной мере определяемой естественными колебаниями океана, чем внешним воздействием»*.

2. ЛЕС И ЧЕЛОВЕК

Как человек изменил площадь лесов планеты?

Современное содержание углерода в наземных экосистемах напрямую связано не только с прошлым воздействием климатических факторов, но и с антропогенным преобразованием лесов. На всем протяжении развития человечества леса постоянно были источником пищи, сырья, материалом для строительства, топливом. Леса расчищали под населенные пункты и сельскохозяйственные угодья. История развития человечества — это история постепенного обезлесения планеты. Недавние исследования показали, что в последние 500 лет антропогенное воздействие на леса было более значительным фактором, чем изменение климата, а текущее содержание углерода в наземных экосистемах в основном обусловлено землепользованием в течение XX века [Kaplan et al., 2012]. Мы — и планета в целом, и Россия — «элементарно» теряем леса. Снижение площади лесов с начала активного антропогенного преобразования природы совершенно драматично.

Реконструкция площади лесов показывает, что в начале голоцена (10 тыс. лет назад) площадь лесов в мире составляла почти 6 млрд га, или около 45% суши [Williams, 2006]. Постепенно увеличивающаяся антропогенная деятельность привела к снижению площади до 4 млрд га, почти на 2 млрд га леса исчезли, рис. 4. К началу XXI века скорость обезлесения достигла максимума (>7 млн га/год), и сейчас начала сокращаться [Глобальная оценка..., 2015; Состояние лесов мира, 2012]. По оценкам Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (FAO), если леса будут сокращаться с той же скоростью, через 800 лет их не будет.

Рис. 4. Рост населения и спроса на продовольствие, сырье и топливо сопровождается обезлесением — увеличением площади, на которой лесов уже нет

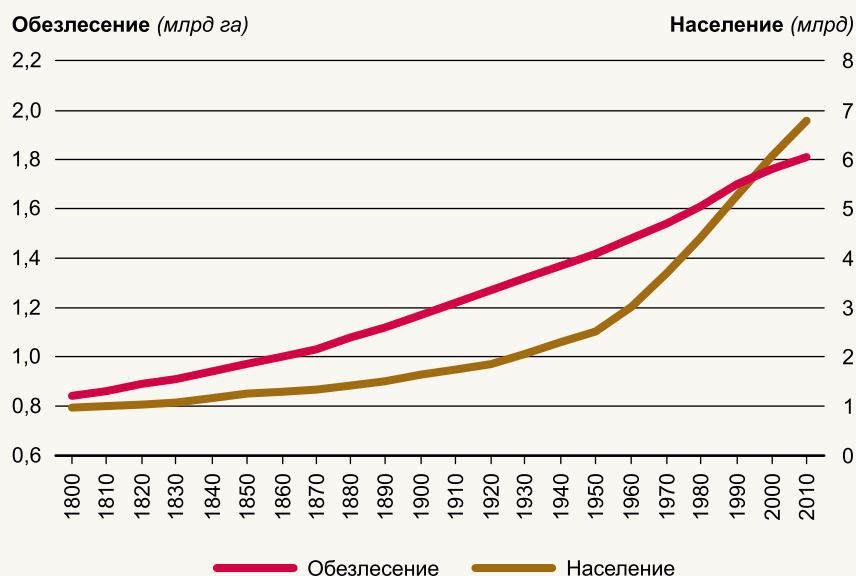
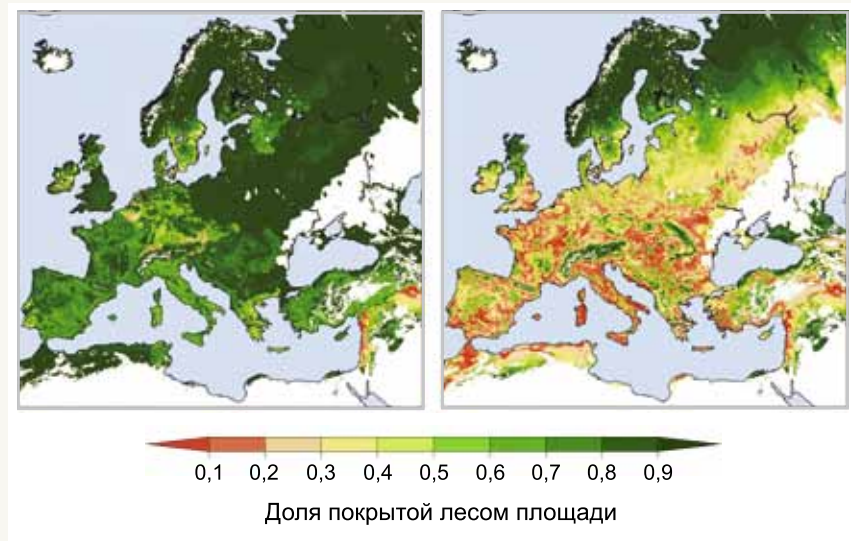
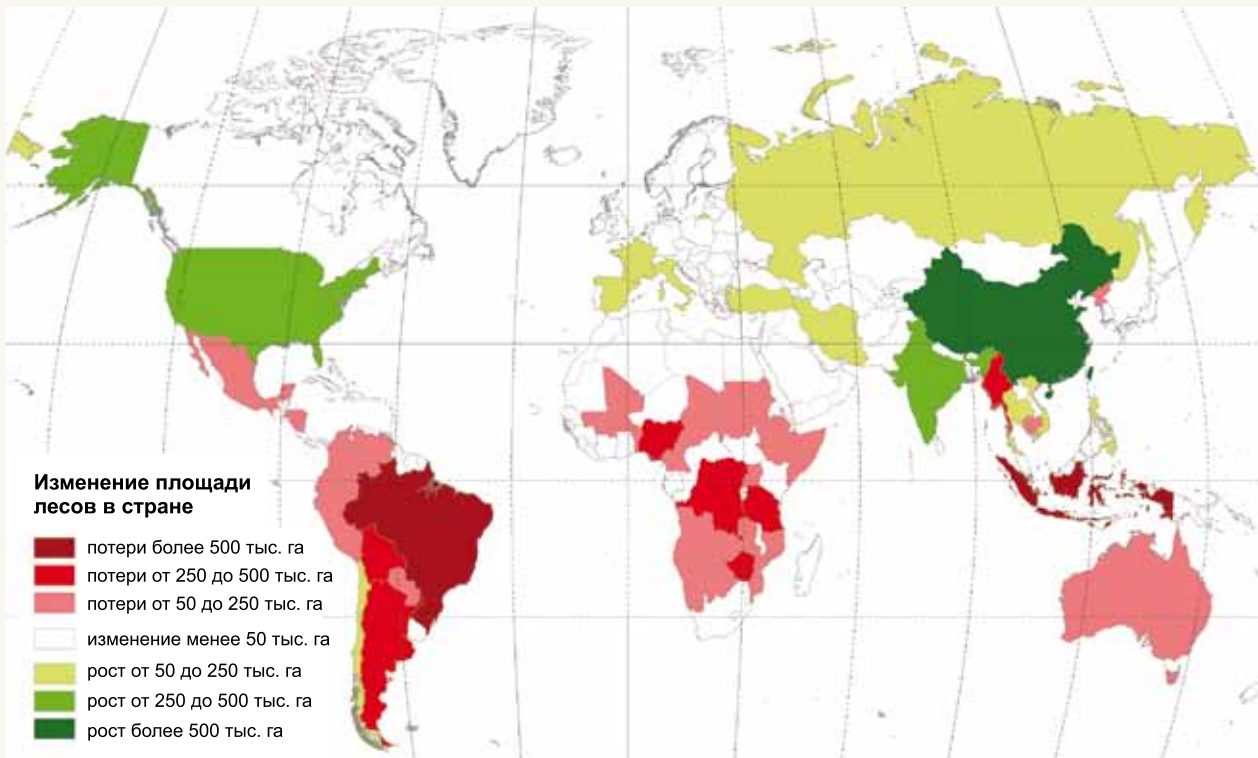


Рис. 5.
Оценка площади лесов
Европы 1000 лет до н.э.
и в 1850 году
[Kaplan et al., 2009]



Еще две тысячи лет назад леса покрывали 80% площади современной Европы, а сегодня это 34% (включая леса России). За этот период лесистость в различных частях Европы менялась по-разному в зависимости от прироста населения, миграции и совершенствования технологий. Вырубка леса увеличивалась, достигнув максимума в Средневековье. В основном лес сводили для ведения сельского хозяйства, и к 1700 году в Европе было уже около 100 млн га пашни, рис. 5. В течение XX века площадь пашни увеличилась на 80 млн га [Williams, 2006], а леса местами исчезли почти полностью.

Рис. 6.
Среднее ежегодное
изменение площади
лесов за 1990-2015 гг.
[Глобальная оценка...,
2015]



Сейчас потеря лесистости сильнее всего проявляется в тропиках, рис. 6. В лесах умеренного и бореального пояса площадь лесов может даже расти, в основном за счет зарастания сельскохозяйственных угодий, что связано с переносом значительной части производства сельскохозяйственной продукции в тропический пояс. Прирост лесной площади России тоже связан, прежде всего, с зарастанием сельскохозяйственных земель.

Как леса России изменились в результате хозяйственной деятельности?

Как отмечалось выше, в лесных экосистемах постоянно идут процессы поглощения и эмиссии CO₂, депонирование и потери углерода в различных пулах (живая и отмершая фитомасса, лесная подстилка, органическое вещество почвы), рис. 1. Баланс углерода зависит от различных воздействий. По масштабу влияния это, прежде всего, рубки и пожары, которые для любой длительно развивающейся лесной экосистемы являются настоящим бедствием, поскольку возвращают ее развитие на начальный уровень. После воздействия нарушенные экосистемы являются нетто-эмитентом CO₂ в атмосферу и только спустя 10–15 лет становятся нетто-стоком.

В России рубки, наряду с пожарами, были главными факторами влияния на лесные экосистемы. Масштабные сплошные рубки начались в 1930-е годы. Для быстрого роста объема промышленных лесозаготовок потребовалось освоение новых территорий, где ранее значительные рубки никогда не велись. В лесах промышленной зоны сплошные концентрированные рубки шли без каких-либо ограничений, а масштабы определялись лишь производственной мощностью предприятий. С 1929 по 1940 г. объем лесозаготовок увеличился в 2,6 раза. В годы войны объем сократился, но уже в 1948 году был восстановлен, достиг своего максимума в середине 1970-х годов, и только в 1990-х годах резко снизился. Примерно с этого времени главную роль в нарушении лесного покрова начинают играть пожары, их ежегодная площадь значительно возрастает.

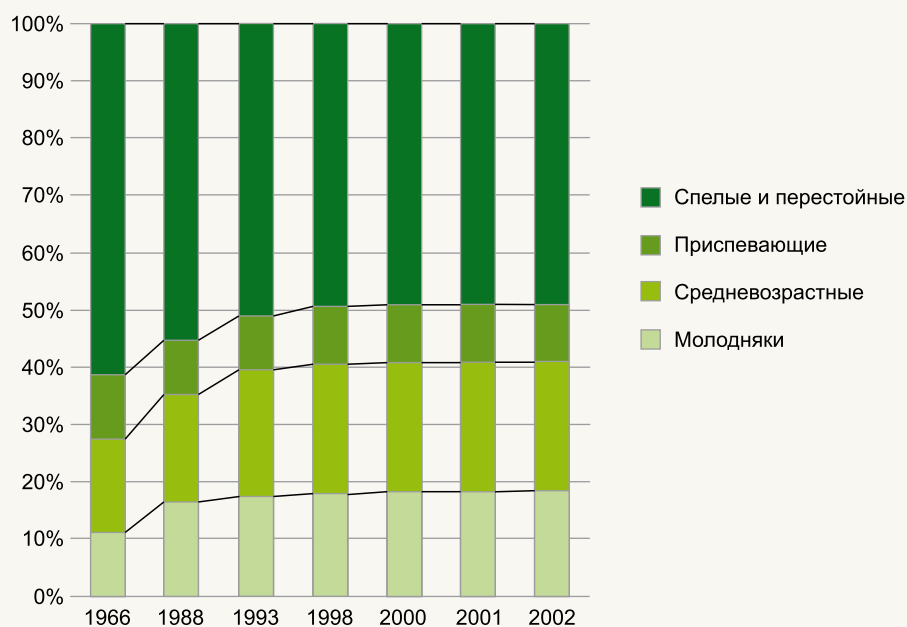
Масштабные рубки XX века изменили и породный состав лесов: снизилась доля хвойных и увеличилась доля лиственных, табл. 2.

Таблица 2.
Соотношение хвойных и лиственных лесов в лесопокрытой площади России

Группа пород	Годы			
	1934	1955	1966	2012
Хвойные	81,3	78,0	74,1	77,0
Лиственные	18,7	22,0	25,9	23,0

Это сказалось и на балансе углерода, так как в среднем хвойные леса более продуктивны и в сходных условиях имеют больший запас биомассы на единицу площади.

Рис. 7.
Динамика
распределения
площади хвойных
древостоев по группам
возраста в 1966-2002 гг.



© АЛЕКСАНДР ЧЕРНУХО

Рис. 8.
Рубки, особенно
сплошные, помимо
изъятия древесной
биомассы оказывают
и другое воздействие
на баланс углерода.
Идет разложение
порубочных остатков,
а повреждение почвы
приводит к вымыванию
запасенного в ней
углерода

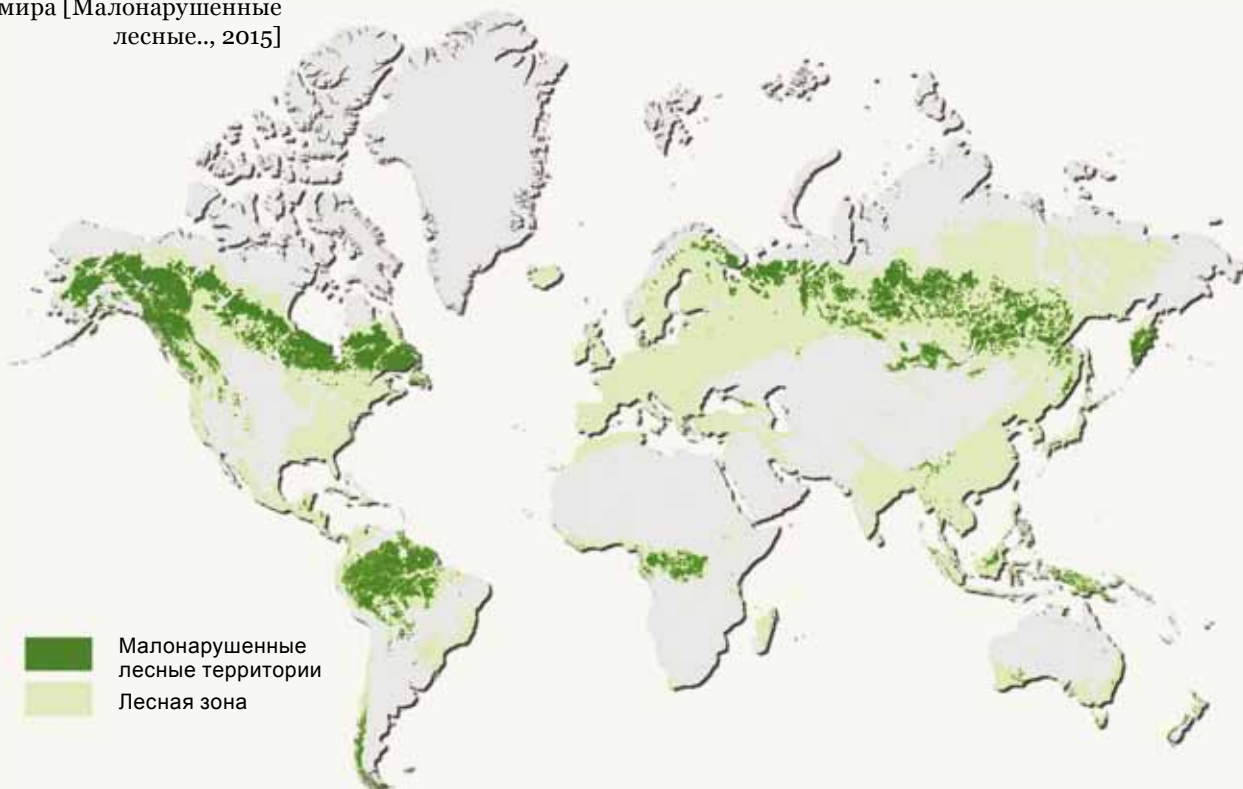


Рис. 9.
В России и в мире
в целом малонарушен-
ных лесов становится
все меньше.

Малонарушенные
кедрово-широколист-
венные леса Дальнего
Востока России
сохраняют большие
объемы органического
углерода, его запас –
более 200 тонн С
на гектар



Рис. 10.
Малонарушенные
лесные территории
мира [Малонарушенные
лесные..., 2015]



В результате рубок произошло постепенное омоложение лесов. Площади старых лесов по всем группам пород сократились, а молодняков — увеличились, рис. 7. Возникшие на месте рубок молодняки, как более производительные древостои, являются нетто-стоком CO_2 , однако общий объем углерода в них значительно меньше, чем в существовавших на их месте старовозрастных. Кроме того, что одновозрастные насаждения (особенно искусственные) крайне неустойчивы, в долгосрочной перспективе они значительно чаще повреждаются болезнями и насекомыми.

Не менее драматично снижение «качества» лесов, уменьшение площади естественных древостоев, имеющих наибольшую ценность с экологической точки зрения. Лесов, не затронутых интенсивной хозяйственной деятельностью, как в России, так и в мире в целом, осталось не так много, а их площадь продолжает сокращаться. Мы постоянно теряем одно из лучших «хранилищ» углерода, восстановление которого в полном объеме вряд ли возможно.

Рис. 11.

Сокращение площади малонарушенных лесных территорий в России в 2000-2013 гг. в результате воздействия различных факторов [Малонарушенные лесные..., 2015]

Для анализа того, сколько естественных лесов осталось на планете, используется методика выявления крупных ландшафтов лесной зоны, в наименьшей степени затронутых значимыми антропогенными воздействиями. Эти территории получили название «малонарушенных лесных территорий» (МЛТ). Во всем мире по состоянию на 2013 год их осталось примерно 1,3 млрд га, рис. 10.



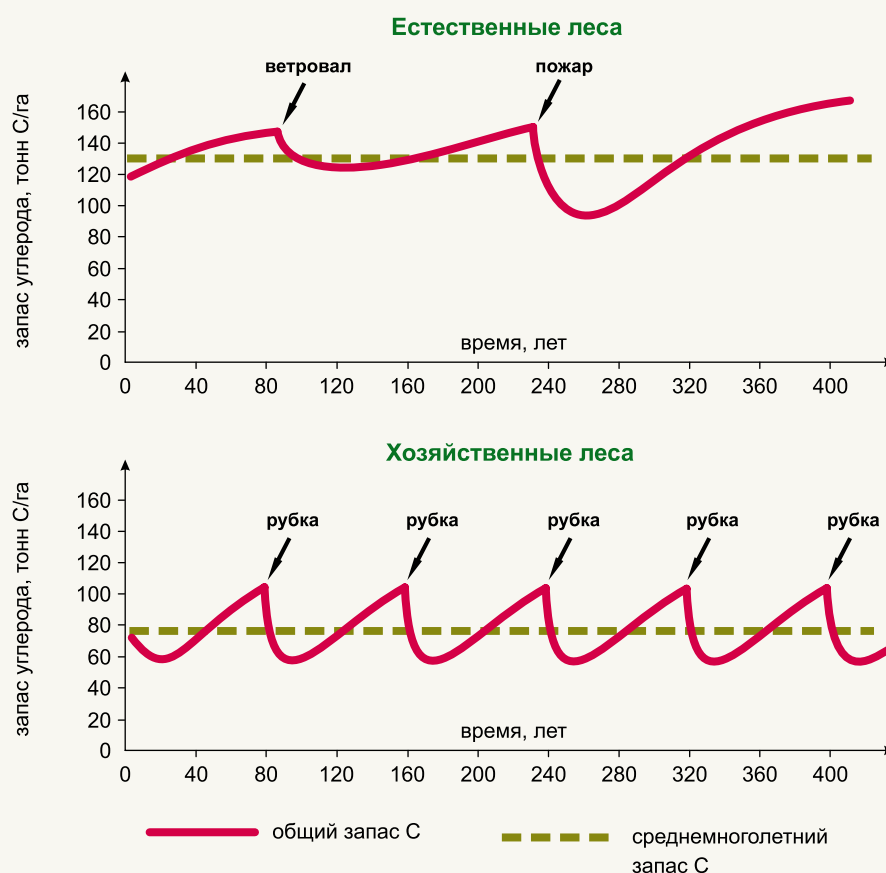
Не лучше ситуация и в России, где МЛТ занимают 279 млн га (около 20% от общемирового значения), рис 11. Увы, к МЛТ сейчас может быть отнесено только менее 25% от площади всей лесной зоны нашей страны.

Проведенный WWF анализ показал, что с 2000 по 2013 г. Россия потеряла около 21 млн га МЛТ², то есть 1,6 млн в год, или 4,4 тыс. га в день. Основные факторы — антропогенные пожары, рубки, создание инфраструктуры, разведка, добыча и транспортировка полезных ископаемых. Утрата МЛТ связана в основном с фрагментацией в результате действия всех указанных факторов.

Какие леса более важны для долгосрочного депонирования углерода?

РКИК ООН «работает» в масштабе времени XXI века, и ее первая задача — в этот период предотвратить особо негативные последствия изменений климата, вызванные антропогенными выбросами CO₂ и других парниковых газов. Именно за XXI век нужно резко снизить антропогенные выбросы, в том числе и от сведения лесов, прежде всего, в тропических странах. Однако рассмотрение более долгосрочных временных

Рис. 12.
Различия
в среднемноголетнем
долгосрочном запасе
углерода для
естественных
и хозяйственных лесов



² <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/980>

масштабов тоже представляет интерес, так как показывает, как в последние столетия человечество сможет поддерживать высокий уровень депонирования углерода в лесных экосистемах.

После достижения определенного возраста у лесных насаждений постепенно снижается производительность, и они меньше поглощают CO_2 , чем более молодые леса. Однако это снижение идет не до нуля и может превышать потери углерода, рис. 1. Недавние исследования [Luysaert et al., 2008] показали, что в лесных экосистемах возрастом до 800 лет углеродный баланс в принципе может оставаться положительным. Старовозрастные леса могут очень долго депонировать углерод. К сожалению, из-за продолжающегося экстенсивного освоения лесов России естественные лесные экосистемы находятся под угрозой утраты. Вырубая эти леса, мы теряем одно из наиболее экологически ценных «хранилищ» углерода, для восстановления которого необходимы столетия.

В естественных лесах также могут происходить катастрофические изменения, в том числе связанные с полной потерей наземной биомассы (например, пожары), но частота этих нарушений в среднем намного ниже, чем в управляемых лесах. Поэтому долгосрочный среднесрочный запас углерода в естественных лесах в примерно одинаковых условиях будет значительно выше, рис. 12.

Могут ли посадки лесов спасти нас от антропогенного изменения климата?

Не нужно ли переориентировать Парижское соглашение со снижения выбросов на массовые посадки лесов? Такие вопросы задаются довольно часто. Встречаются и утверждения, что Россия, обладая огромной покрытой лесами площадью, имеет уникальный потенциал снижения антропогенного воздействия на климат, сопоставимый с глобальными выбросами парниковых газов от сжигания ископаемого топлива. Бесспорно, что запасы органического углерода в почвенном покрове лесов бореальной и умеренной зоны огромны, немало его и в растительном покрове. Однако быстро нарастить — увеличить — запас углерода в почве и лесах практически невозможно. Скорее речь должна идти о недопущении значительных потерь имеющихся в России запасов.

В определенных, но относительно небольших пределах влиять на нетто-сток CO_2 в имеющихся в России лесах можно. Об этом будет говориться ниже, в разделе 4 (там показано, что в ближайшие десятилетия можно лишь ослабить уменьшение нетто-стока). Однако это будет компенсировать не более 20% выбросов энергетики нашей страны, а о глобальном эффекте говорить не приходится.

На территории России сейчас не так много «свободных» земель, где можно начать выращивать новый лес в больших масштабах. В настоящее время идет процесс зарастания лесом земель, ранее использовавшихся

в сельском хозяйстве. Последние оценки площади этих лесов говорят о 18 млн га и максимально возможном уровне поглощения, равном 210 млн т CO_2 /год в течение 100 лет [Щепащенко и др., 2015]. Это огромная площадь, но компенсирует такое зарастание только примерно 10% нынешних выбросов парниковых газов в энергетике и других секторах экономики России. Кроме того, судьба этих заросших лесом сельскохозяйственных угодий пока не известна — современное законодательство не позволяет вести на них лесное хозяйство. Нельзя и исключать, что при изменении рыночного спроса на сельскохозяйственную продукцию (в том числе из-за неблагоприятных последствий изменения климата в южных странах), они снова будут востребованы. Поэтому, хотя лесоразведение очень важно (рис. 13), ограничиваться только им нельзя. В системе «лес-человек» необходимо предпринимать весь комплекс мер, указанных ниже в разделе 6.

Можно ли в принципе получить глобальный эффект? Подобные оценки имеются и показывают, что в любом случае леса могут лишь немного притормозить рост концентрации CO_2 в атмосфере. Если гипотетически предположить, что в 2030 году леса высажены на огромной площади — 0,8 млн km^2 (1000 x 800 км, для этого необходимо полностью засадить лесом такую страну, как Турция) умеренных и бореальных широт Северного полушария, то примерно через 30 лет нетто-поглощение достигнет 2 млрд т CO_2 /год, после чего будет снижаться и достигнет нуля к концу XXIII века. Кумулятивно в результате этого к концу XXI века

Рис. 13.
Посадки леса
по проекту WWF,
поддерживаемому
компанией «Ив Роше»



© АЛЕКСАНДР БРЮХАНОВ

будет удалено из атмосферы около 100 млрд т CO_2 [Рябошапко, Ревокатова, 2015; Рябошапко, Ревокатова, 2015а].

Попытаемся сделать глобальную оценку. Леса тропической зоны сейчас сокращаются, а одной из важнейших задач является остановка их сведения и деградации в ближайшие 10–20 лет. Предположим, что в тропической зоне к 2030 году сведение лесов прекращено, а в 2040–2050-м сделаны посадки на площади в 1 млн km^2 . Одновременно предположим, что страны умеренной и бореальной зоны довели площадь посадок до 2 млн km^2 . Тогда в XXI веке эффект составит порядка 300 млрд т CO_2 . Сейчас антропогенные выбросы CO_2 в атмосферу составляют около 14 млрд т С, или ~50 млрд т CO_2 , из которых накопление в атмосфере составляет примерно половину, или 25 млрд т CO_2 [IPCC, 2013]. Сопоставление показывает, то даже гигантские глобальные посадки лесов «уберут» лишь 10–15 лет нынешнего антропогенного воздействия.

Теоретически можно предположить, что человечество в гигантских масштабах сажает леса, в огромных масштабах использует их биомассу в качестве топлива, но улавливает CO_2 из продуктов горения и захоранивает его в подземных пластах или в глубинах океана (технология улавливания и захоронения получила название CCS — Carbon Capture and Storage). В принципе такой вариант можно предположить, у него есть название Bio-CCS (BCCS) и он обсуждается. Более того, вероятно, BCCS является единственной возможностью человечества целенаправленно снижать концентрацию CO_2 в атмосфере. Однако это очень дорого, дороже массового перехода на ВИЭ, причем технология CCS в силу ее природы не может стать многократно дешевле (этим она принципиально отличается, например, от солнечной энергетики). По оценкам Мирового энергетического агентства (МЭА), CCS может начать применяться в 2020–2030-е годы, но в сочетании со сжиганием угля или газа. При использовании биомассы появляются дополнительные расходы, удорожающие BCCS [IEA, 2014]. На данный момент BCCS находится вне горизонта планирования Парижского соглашения. В более отдаленном будущем не исключены массовые посадки «энергетических лесов», примеры уже есть. Однако маловероятно, чтобы это были посадки в России: скорее всего, будут специальные плантации в теплых широтах, где скорость роста биомассы в несколько раз выше.

Таким образом, с помощью лесов нельзя спасти человечество от антропогенного воздействия на климатическую систему. Можно лишь в ряде стран, включая Россию, временно, в масштабе нескольких десятилетий, помочь своей экономике, дать ей возможность несколько медленнее снижать выбросы и сделать переход к энергетике без выбросов CO_2 экономически оптимальным.

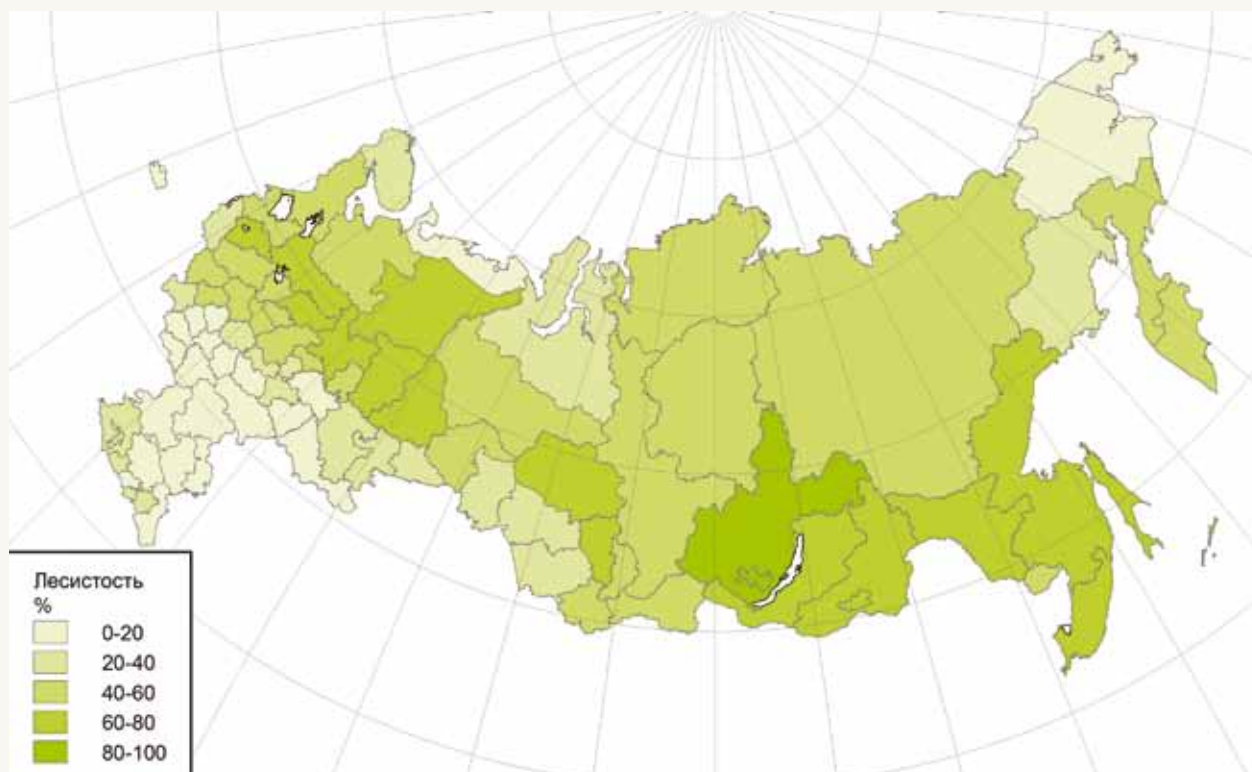
3. ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЛЕСА РОССИИ

Почему лесистость территории зависит от климата?

Распространение, породный состав и продуктивность лесов в значительной степени определяются климатическими условиями, в первую очередь температурой воздуха и количеством осадков. Климат позволяет расти лесам далеко не везде, в России они могут произрастать примерно на 70% территории страны. Северная граница распространения лесов зависит от средней годовой температуры воздуха: там, где становится слишком холодно, леса сменяются тундрой через переходную полосу лесотундры. Положение южной границы распространения леса (там, где лес переходит в степь) определяется количеством осадков. Южная граница леса проходит по территории России в европейской части и Западной Сибири, в то время как в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке она, как правило, находится несколько южнее государственной границы России.

Рис. 14.
Лесистость
регионов России
[по ЕМИСС, 2014]

Помимо климата на лесистость (отношение площади лесов к общей площади региона) значительное влияние оказывают рельеф местности, почвы, наличие водоемов и хозяйственная деятельность человека.



В освоенных регионах лесистость снижается, поскольку на месте бывших лесов располагаются сельскохозяйственные угодья, поселения, дороги и прочие объекты инфраструктуры. Лесистость регионов России варьирует от 0,2% (Республика Калмыкия) до 83% (Иркутская область) (рис. 14). Средняя лесистость территории Российской Федерации равна 46%.

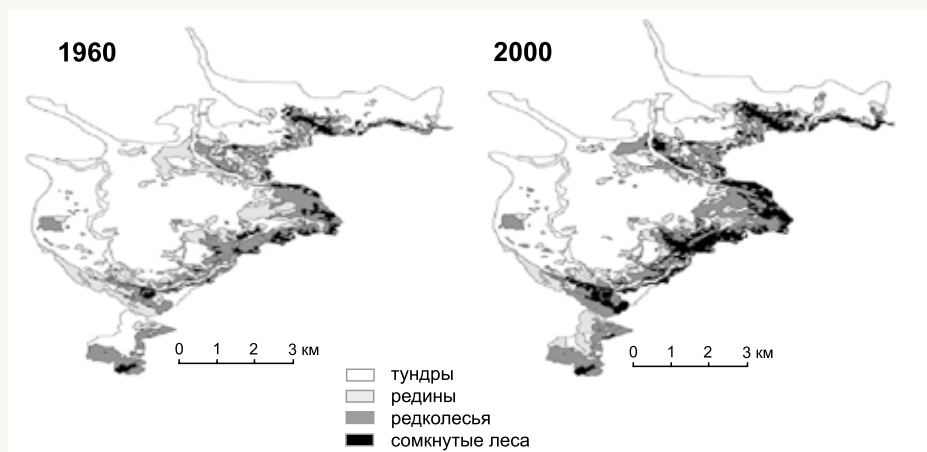
Как изменения климата воздействуют на распространение и разнообразие лесов?

Поскольку распространение лесов тесно связано с характером климата, наличие устойчивых климатических трендов приводит к сдвигам границ распространения леса и изменениям видового состава лесообразующих пород. Наиболее ярко такие сдвиги проявляются на северной границе распространения леса. На Полярном Урале деревья и кустарники поднимаются выше по склонам гор [Шиятов, 2009], осваивая пояс горных тундр (рис. 15). Верхняя граница распространения лиственных деревьев за последние 80–90 лет поднялась вверх в среднем на 35–40 м (а в некоторых регионах и на 50–80 м). Продвижение кустарников вверх по склону на 50 м и более отмечено в Хибинах на Кольском полуострове (Мурманская область).

Южная граница леса тоже меняется. В лесостепной и степной зонах европейской части России наблюдаются усыхания дубрав, в основном из-за летних засух. В Байкальском регионе отмечаются ситуации, когда сосновые леса наступают на степные участки, что объясняется увеличением количества осадков. Таким образом, сдвиги южной границы леса определяются не только ростом температуры, но и изменением режима увлажнения.

В лесах России в последние десятилетия изменяются площади некоторых доминирующих древесных пород, причем эти изменения можно сопоставить с климатическими трендами [Замолодчиков, 2011]. Так,

Рис. 15.
Изменения растительного покрова на Полярном Урале [Шиятов, 2009]



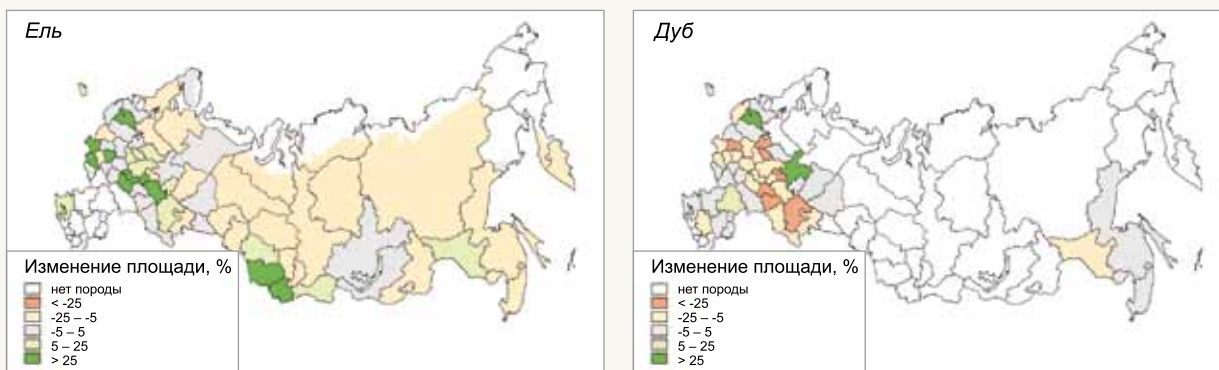


Рис. 16. Изменения по регионам России площадей еловых и дубовых лесов за 1988–2009 гг. [Замолодчиков, 2011]

площади дубрав сокращаются в лесостепных регионах Европейской России и, наоборот, увеличиваются севернее, в зоне южной тайги (Рис. 16). Почти по всей России идет сокращение площадей еловых лесов, временами принимающее характер массовых усыханий. Чувствительность ели к потеплению климата связана с поверхностным характером ее корневой системы. Потепление на фоне вариаций осадков снижает влагообеспеченность, что ослабляет в первую очередь высокие деревья старшего возраста. Ослабленные участки ельников подвергаются нашествию короеда-типографа и других вредителей, что приводит к массовой гибели деревьев. Молодые ельники не столь чувствительны к недостатку влаги. Площади ельников увеличиваются в средней полосе европейской части России за счет проведения лесных посадок на местах вырубок.

Создать точный прогноз, каким будет распространение лесов через несколько десятков или сотен лет, пока невозможно. И причина здесь не в том, что отсутствуют адекватные средства прогноза. К настоящему времени разработано большое число глобальных и региональных моделей, позволяющих дать прогноз пространственного распределения растительного покрова при известных климатических условиях. Но эти условия как раз и неизвестны, поскольку будущие климатические изменения будут зависеть от того, какими будут антропогенные выбросы парниковых газов. Потому обычно прогнозы приводятся для совокупности сценариев, предполагающих разные варианты динамики выбросов и роста глобальной температуры.

Рассмотрим изменения ряда типов растительного покрова к 2100 г. при осуществлении климатического сценария RCP8.5 [Yu et al., 2014]. Согласно этому сценарию, температура приземного слоя воздуха вырастет на 4°C. Среди всех других типов растительного покрова наиболее масштабные изменения коснутся таежных лесов Евразии и Северной Америки (Рис. 17). Хвойные леса исчезнут или сильно сократятся почти на всей территории Европы и Западной Сибири, за исключением самых северных частей этих регионов, ныне занятых тундрами и лесотундрами. В Восточной Сибири и на севере Дальнего Востока покрытие хвой-

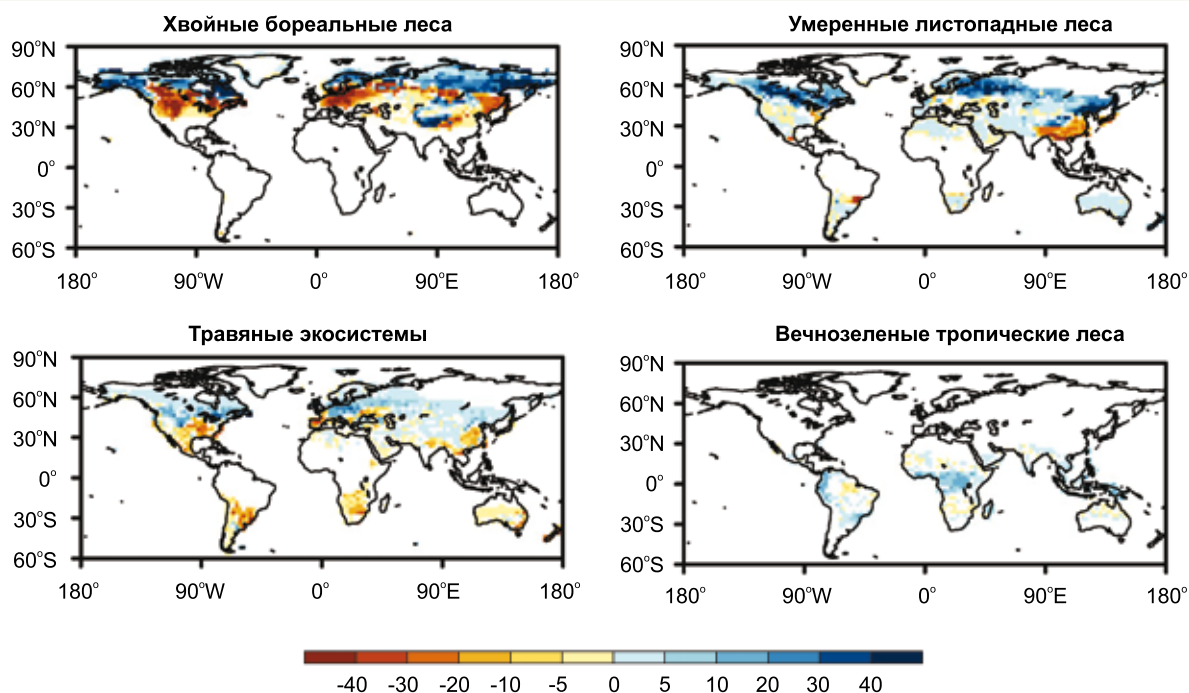


Рис. 17. Изменение (% земного покрытия) типов растительного покрова к 2100 г. при климатическом сценарии RCP8.5 [Miao et al., 2014]

ных лесов, наоборот, возрастет. Эти регионы расположены на вечной мерзлоте и ныне заняты редкостойными лесами из лиственницы. На фоне потепления увеличится сомкнутость этих лесов, кроме того, постепенно появятся и другие хвойные породы.

В средней и северной полосах Европейской России, а также по югу Западной Сибири расширится покрытие умеренных листопадных лесов. Дуб, клен, липа и другие широколиственные породы станут замещать исчезающие хвойные леса. Однако на эту зону приходится и расширение покрытия травяных экосистем, то есть лугов и степей. Следовательно, в этой зоне станут распространяться лесостепные ландшафты. В восточноевропейских странах и лесостепной зоне Европейской России пройдет сокращение покрытия листопадных лесов и расширится представленность степных экосистем. В районах, прилегающих к Черному и Каспийскому морям, сократится покрытие всех типов растительного покрова, то есть активизируются процессы опустынивания.

Прогнозные изменения распространения лесного и других типов растительного покрова вполне согласуются с представленными выше натурными свидетельствами влияния климатических изменений на леса. Существующие сдвиги — наступление тайги на тундру, гибель ельников в таежной зоне, усыхание дубрав лесостепи — при дальнейшем развитии приведут к той картине изменений растительного покрова, которая представлена на рис. 17. Вызванные потеплением изменения покрова вечнозеленых тропических лесов не выглядят столь масштабными в сравнении с бореальными и умеренными лесами.

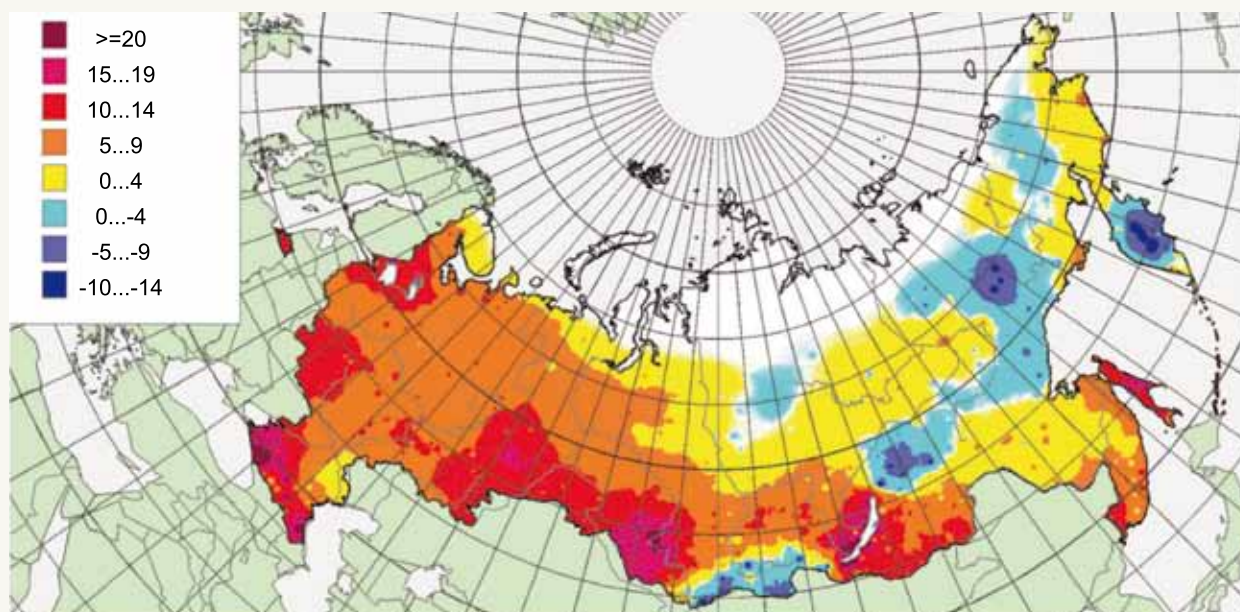
Как изменение климата влияет на лесные пожары?

Еще одна серьезная проблема для лесов, связанная с изменением климата,— это лесные пожары. Как правило, лесные пожары возникают по вине человека. Однако для их распространения нужны определенные погодные условия, а именно сочетание теплой и сухой погоды в течение нескольких дней или недель. В этих условиях подсыхает лесная подстилка, состоящая из отмерших листьев, хвои и мелких ветвей, мхи, лишайники и травы, растущие под пологом леса. Лесная подстилка быстро воспламеняется, и пожар распространяется на большие площади. Такие пожары называются низовыми. При распространении в хвойных лесах огонь может охватить кроны деревьев. Хвоя и мелкие ветви елей и сосен содержат большое количество смолистых веществ, потому они легко загораются и на живых деревьях. В этом случае возникает верховой пожар, приводящий к полной гибели леса.

При потеплении климата вероятность возникновения пожароопасных ситуаций увеличивается. Во-первых, становится более длинным пожароопасный сезон, то есть теплый период года, в течение которого возникают лесные пожары. Например, при осуществлении климатического сценария RCP8.5 уже в 2011–2030 гг. продолжительность пожароопасного сезона в Европейской России и Западной Сибири возрастет на 5–14 суток (Рис. 18) [Второй оценочный..., 2014].

Рис. 18.
Изменение
длительности
пожароопасного сезона
в 2011-2030 гг. по сравнению с 1981-2000 гг.
в условиях сценария RCP8.5 [Второй оценочный..., 2014]

Во-вторых, более теплая погода способствует быстрому высыханию подстилки и других лесных горючих материалов, что повышает вероятность возникновения лесного пожара. В-третьих, климатические изменения увеличивают вероятность возникновения экстремальных погодных си-



туаций, в том числе волн жары и длительных засух. Эти ситуации формируют особо суровые пожароопасные условия, которые выходят за пределы возможностей контроля лесных пожаров уполномоченными службами. Подобная ситуация сложилась в центральных областях Европейской России в июле-августе 2010 г. Смог от лесных пожаров неоднократно накрывал Москву и многочисленные города этих областей, ухудшая и без того непростые условия, созданные длительной жарой. В Москве в этот период смертность увеличилась вдвое по сравнению со средним уровнем [Второй оценочный..., 2014], что показывает наличие потенциально опасных связей в системе «изменение климата — лесные пожары — здоровье человека».

Как на леса воздействуют опасные погодные явления?

Многие опасные погодные явления приводят к гибели лесов. Ураганные ветры и смерчи вызывают ветровалы и ветроломы. Продолжительные ливни могут быть причиной отмирания деревьев при длительных подтоплениях, либо смыва участков леса при наводнениях. Массовое повреждение деревьев может быть вызвано обильно выпавшим мокрым снегом или обледенением. При сильном граде происходит повреждение коры ветвей, что сильно ослабляет деревья. Длительные засухи тоже ослабляют деревья, что впоследствии вызывает вспышки вредителей и болезней леса. За последние годы в России был зарегистрирован значительный рост среднегодового количества опасных погодных явлений: от примерно 200 явлений в середине 1990-х годов до 400 в начале 2010-х [Второй оценочный..., 2014]. Эта тенденция подтверждается и статистикой лесного хозяйства. В середине 1990-х годов среднегодовой уровень гибели лесных насаждений от неблагоприятных погодных условий составлял 21 тыс. га, в то время как к концу 2000-х повысился до 53 тыс. га [Обзор санитарного..., 2010]. Вполне вероятно, что климатические изменения будут и далее сопровождаться ростом числа опасных погодных явлений, негативных как для всей экономики, так и лесного хозяйства страны.

4. ПРОБЛЕМА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО СНИЖЕНИЯ ПОГЛОЩЕНИЯ CO₂ ЛЕСАМИ РОССИИ

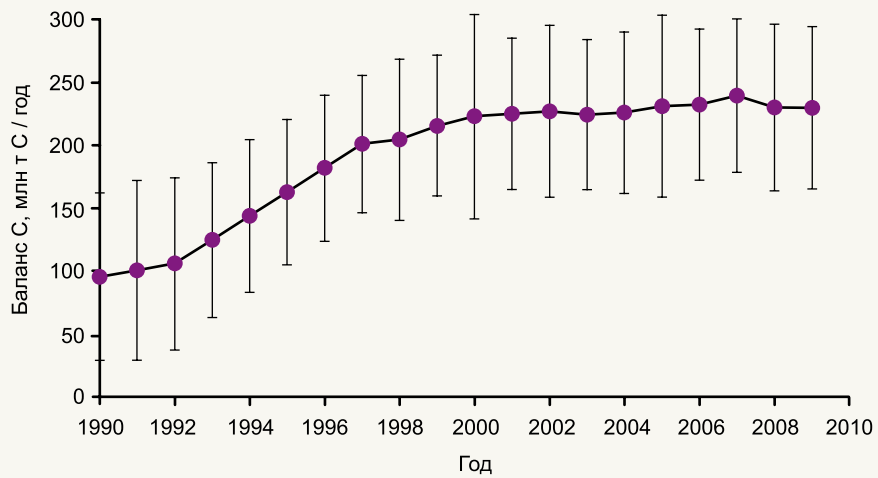
Почему леса России являются нетто-стоком CO₂ из атмосферы?

Оценка углеродного бюджета лесов для отдельных насаждений, регионов и страны в целом стала популярным направлением научных исследований, по этой проблеме имеется множество публикаций, далеко не всегда согласующихся друг с другом. При подготовке этого раздела авторы опирались на подход, который используется в Национальном кадастре парниковых газов для формирования оценок баланса углерода в управляемых лесах [Национальный доклад..., 2014]. Органы управления лесным хозяйством ежегодно формируют национальный свод информации о состоянии лесов, который называется «Государственный лесной реестр». Этот свод содержит информацию о площадях и запасах древесины в лесах с дифференциацией по преобладающей древесной породе, группе возраста, категории назначения и единице управления лесами. Базы данных лесного реестра являются источником исходной информации для расчета потоков углерода. Система расчетов имеет название РОБУЛ, что является аббревиатурой наименования «Региональная оценка бюджета углерода лесов» [Замолодчиков и др., 2013а].

Величина стока углерода в леса региона является разностью между поглощением и потерями углерода. Поглощение углерода обеспечивается приростами всех пулов углерода (фитомассы, мертвой древесины, подстилки, органического вещества почвы) по мере роста лесных насаждений, а потери вызываются деструктивными нарушениями — сплошными рубками, лесными пожарами, вспышками численности вредителей и т.д. Оценка потерь углерода в рассматриваемом варианте РОБУЛ ведется по площадям вырубок и гарей из данных «Государственного лесного реестра». Такой подход приводит к сглаживанию динамики нарушений и выявлению направленных тенденций.

Суммарный годовой сток углерода в леса России за 1990-е годы увеличился от 100 млн т С до 230 млн т С, рис. 19. Для объяснения причин повышения стока углерода рассмотрим динамику наиболее масштабных нарушений в лесах России, представленных рубками и лесными пожарами. Отметим, что эти сведения не использовались при расчете стока

Рис. 19.
Сток углерода
в леса России
[Замолодчиков и др.,
2013а, 2014]



углерода, поэтому они пригодны для независимого объяснения. В конце 1980-х годов ежегодная площадь сплошных рубок составляла около 2,0 млн га (Рис. 20). Социально-экономические реформы начала 1990-х годов привели к резкому снижению площадей рубок вплоть до минимума — 0,5 млн га в 1998 г. Снижение заготовок древесины явилось главной причиной повышения стока углерода — леса стали меньше рубить, что выразилось в значительном уменьшении потерь углерода. Средний уровень лесных пожаров, представленных на рис. 20 по данным официальной статистики, заметно возрос с середины 1990-х годов, что связано как с нарастанием климатических изменений, так и с кризисом национальной системы охраны лесов от пожаров. Тем не менее, рост пожаров в меньшей степени отразился на величине стока углерода, чем снижение лесозаготовок.

Рис. 20.
Годовые площади
сплошных рубок
и лесных пожаров
в лесах России
[Замолодчиков и др.,
2013б]

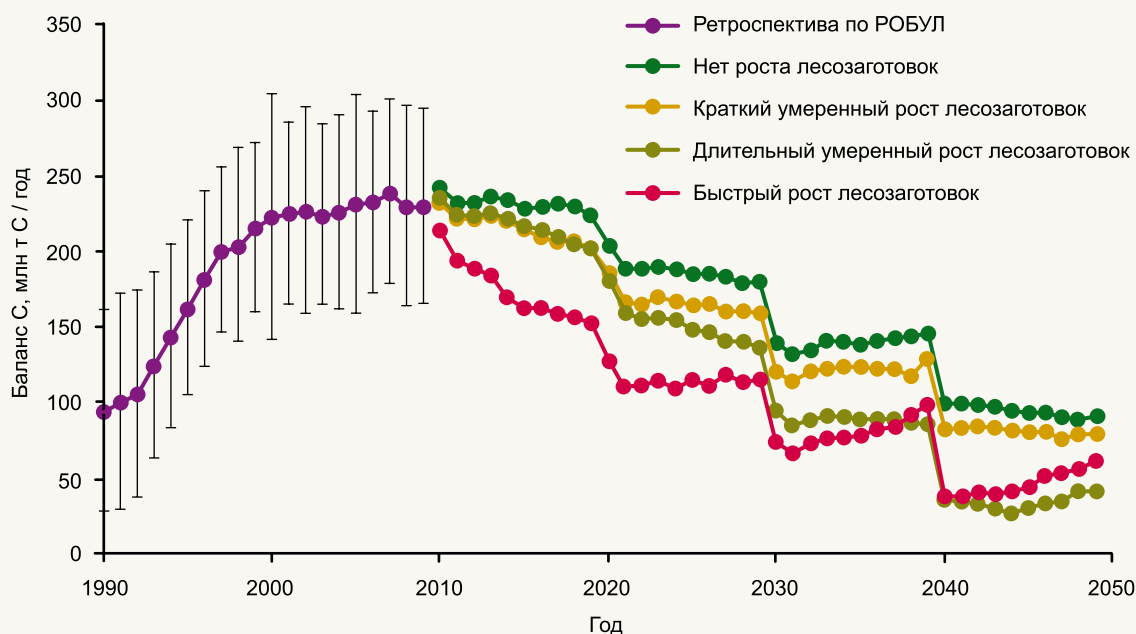


Почему сток углерода в леса России будет снижаться?

Прогноз углеродного баланса лесов России осуществлен с использованием модели СВМ–СFS3. Ныне это наиболее известная в мире модель, применяемая в Канаде и ряде других стран для инвентаризации и прогноза бюджета углерода в лесах. При прогнозной оценке внимание было сфокусировано на факторе лесозаготовок. Были разработаны 4 сценария изменения лесопользования (рис. 21). Сценарий 1 («нет роста лесозаготовок») предусматривает сохранение средних объемов лесозаготовок за 2000–2010 гг. Согласно этому сценарию, объемы лесопользования остаются постоянными на период до 2050 г. включительно. Сценарии 2 и 3 разработаны с учетом «Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года», задающей ежегодное увеличение заготовки древесины на 5,7%. Согласно сценарию 2 («краткий умеренный рост»), объемы лесопользования после 2020 г. не повышаются, а стабилизируются на уровне 157% от современного. В сценарии 3 («длительный умеренный рост») ежегодный рост лесозаготовок на 5,7% сохранится и после 2020 года вплоть до достижения в 2047 году расчетной лесосеки (314% от современного уровня). Дополнительно рассмотрен сценарий 4 («быстрый рост»), предполагающий наиболее высокие темпы роста объема лесозаготовок, обеспечивающих достижение величины расчетной лесосеки уже в 2020 г.

Рис. 21.
Ретроспективная оценка и прогноз баланса углерода лесов России [Замолотчиков и др., 2013а, 2014]

Рассмотрим прогноз по сценарию «нет роста лесозаготовок». Согласно этому прогнозу, сток углерода в леса России убывает от современных 230 млн т С в год (что близко к оценкам РОБУЛ) до 100 млн т С в год



в 2050 г. Для объяснения найденной тенденции рассмотрим механизмы, контролирующие углеродный баланс лесных территорий. Постоянный в течение длительного времени уровень нарушающих воздействий приводит к устойчивому распределению площадей лесов различного возраста. Суммарные для региона запасы углерода лесов стабилизируются, а региональный баланс углерода лесов приближается к нулевому (потери при нарушении древостоев компенсируются приростами запасов углерода в молодых лесах). Если уровень нарушений со временем увеличивается, то совокупность лесов начинает терять углерод и превращается в его источник. Если уровень нарушений снижается, то совокупность лесов обретает способность к поглощению дополнительного количества углерода и становится его стоком. Таким образом, уровень нарушающих воздействий превращается в фактор, который управляет бюджетом углерода лесов.

Уровень нарушений в лесах России существенно изменился за последние два десятилетия. Годовой объем лесозаготовок в начале 1990-х годов сократился почти втрое. Это снижение явилось главной причиной повышения стока углерода в леса России до современных величин стока 220 млн т С. Однако сейчас происходит адаптация лесов России к текущему уровню лесозаготовок, формируется новая устойчивая возрастная структура лесов с увеличением доли старовозрастных насаждений. Все это постепенно приводит к снижению поглощения углерода лесами и медленному приближению к состоянию нулевого баланса. Результаты прогноза по модели СВМ–CFS3 показывают, что стимулирующий по отношению к стоку углерода эффект снижения лесозаготовок начнет иссякать с 2020 г., а в 2050 г. поглощение углерода лесами России приблизится к тем же величинам, которые имели место в начале 1990-х годов.

Сценарии, предусматривающие усиление лесопользования, более негативно сказываются на балансе углерода лесов России и демонстрируют ускоренное снижение стока углерода. Прогнозные результаты имеют пессимистический характер с точки зрения использования лесного хозяйства в целях поглощения атмосферного CO_2 . Даже при сохранении низкого уровня лесопользования сток углерода в леса России будет уменьшаться, в то время как увеличение лесозаготовок неизбежно приведет к ускорению сокращения стока. Потому задача поддержания величин стока углерода в леса России требует осуществления целенаправленных лесохозяйственных мер по содействию поглощению углерода.

5. ЛЕСА РОССИИ И НОВОЕ КЛИМАТИЧЕСКОЕ СОГЛАШЕНИЕ ООН

Какие обязательства по выбросам Россия берет по новому соглашению?

Наша страна представила в ООН документ, говорящий о вкладе России в глобальные усилия на период до 2030 г. В РКИК ООН такие документы получили название «предварительных национально-определяемых вкладов» (Intended Nationally Determined Contribution, INDC, после заключения Парижского соглашения слово «предварительный» должно быть убрано). Они не являются частью соглашения, но их пересмотр каждые пять лет, вероятно, будет обязательством страны по данному соглашению. В РКИК имеется специальный портал, куда заносятся INDC [UNFCCC, 2015].

В INDC России говорится, что *«Долгосрочной целью ограничения антропогенных выбросов парниковых газов в Российской Федерации может быть показатель в 70–75 процентов выбросов 1990 года к 2030 году, при условии максимально возможного учета поглощающей способности лесов»*. В то же время разъяснений слов «максимально возможного учета» не дано, что вызвало массу толков и критики, вызванных непониманием того факта, что нетто-сток CO₂ в леса России сейчас велик, но к 2030 году может снизиться до очень скромного уровня.

Нельзя брать уровень выбросов 2013 года, равный 57% от 1990 г., сравнивать с 70–75% и утверждать, что экономика России к 2030 году нарастит выбросы в 1,3 раза³. Ситуация иная, в 2013 году наши выбросы действительно составили 57% с учетом управляемых лесов, лугов, пастбищ и т.п., но без их учета, в экономике в целом — 71% от 1990 г. [UNFCCC, 2015a]. В экономическом контексте INDC России дает отсылку к будущей Энергетической стратегии. Ее последняя редакция появилась после подачи INDC, и там содержатся параметры выбросов парниковых газов в энергетике страны. В 2013 году это было 73% [UNFCCC, 2015a]⁴, на 2020 год Энергетическая стратегия дает уровень «<71%», а на 2035 год — «<75%» [Энергетическая, 2015]. Таким образом, Россия планирует развиваться без роста выбросов в энергетике

³ Рост с 57 до 72,5% от 1990 года означает рост в 1,27 раза от уровня 2013 г.

⁴ Если брать только выбросы CO₂ от сжигания ископаемого топлива во всех секторах экономики, то в 2013 году их уровень был 62% от 1990 г., однако в России велики эмиссии метана, прежде всего, от операций с нефтью, газом и углем. Они известны с небольшой точностью, но, тем не менее, их учет дает оценку общего выброса всех парниковых газов в энергетике как 73% от 1990 г. [UNFCCC, 2015a].

и экономике в целом, что не хуже, чем планируют близкие по уровню развития страны [World Bank, 2015; UNFCCC, 2015]⁵.

Какие действия по лесам требуются от России?

О действиях России по лесам в INDC сказано, что данный вклад страны «... согласуется с общими целями политики землепользования и устойчивого управления лесами. ... Важнейшим элементом российской политики по сокращению выбросов парниковых газов является деятельность по рациональному использованию, охране, уходу, защите и воспроизводству лесов — т.е. по управлению лесами». На Саммите по устойчивому развитию (Нью-Йорк, 27 сентября 2015 г.) министр иностранных дел России С. В. Лавров подчеркнул: «Особо хотел бы отметить роль бореальных лесов России, которые поглощают порядка 600 млн тонн углекислого газа в год. Будем добиваться учета этого фактора в рамках нового соглашения».

Лесные задачи России в контексте Парижского соглашения

Главное — вести управление лесами, регулировать рубки и бороться с пожарами таким образом, чтобы к 2030 году из нетто-стока, равного 600 млн т CO₂ в год, осталась значительная часть.

Вторая задача — полный учет наших лесных действий в правилах реализации Парижского соглашения, что в свою очередь будет дополнительным, международным, стимулом сохранения лесов.

Можно ли «заработать» на роли лесов России в новом соглашении?

О каких-либо квотах и их продаже здесь речь не идет в принципе. Парижское соглашение строится по схеме «снизу-вверх», когда каждая страна подает свои цели, а в сумме они составляют глобальный результат. В этом случае понятия квот не возникает, а передача или торговля единицами сокращения выбросов возможна, но вероятна только в небольших количествах и в рамках двусторонних договоренностей между странами [Кокорин, 2015]. Глобального рынка, где можно было бы

⁵ Сходные страны по GNI на душу населения: Аргентина, Венгрия, Польша, Уругвай, Хорватия, Чили. Их INDCs по динамике выбросов в 2020-е годы не сильно отличаются от INDC России. При этом INDCs стран, немного уступающих нам по уровню развития – Казахстана и Турции – подразумевают в 2020-е годы значительный рост выбросов в секторах экономики. Леса во всех указанных странах не являются существенным фактором их динамики выбросов [World Bank, 2015; UNFCCC, 2015].

легко продать дешевые «лишние» или «максимально учтенные» тонны CO₂, не будет в принципе. Россия настаивает на максимальном учете не из меркантильных соображений, а для лучшего отражения идущих в лесах процессов и более четкого понимания реального вклада проектов и мер, предпринимаемых в лесном хозяйстве (возможные подходы к учету см. на рис. 22).

В Парижском соглашении не делается шагов в направлении денежного выражения или иного численного учета экосистемных услуг леса в широком смысле слова (поэтому в данной брошюре они не рассматриваются). В РКИК ООН есть опыт разработки и начала реализации проектов по прекращению сведения и деградации лесов в развивающихся странах — REDD+ (Reduction of Emission from Deforestation and Forest Degradation, Сокращение выбросов от обезлесивания и деградации лесов — СВОД+), где специальным образом отмечена важность учета социальных и экологических параметров проектов — в аббревиатуру добавлен знак «плюс» и приняты соответствующие правила. Однако такие проекты кардинально отличаются от имевшихся в Киотском протоколе, они не могут быть названы рыночными, так как цель проектов — не снизить выбросы за минимальную цену, а сохранить леса. В REDD+ нельзя продать дешевые единицы снижения выбросов от «плохого» проекта, нужно строго следовать социальным и экологическим критериям.

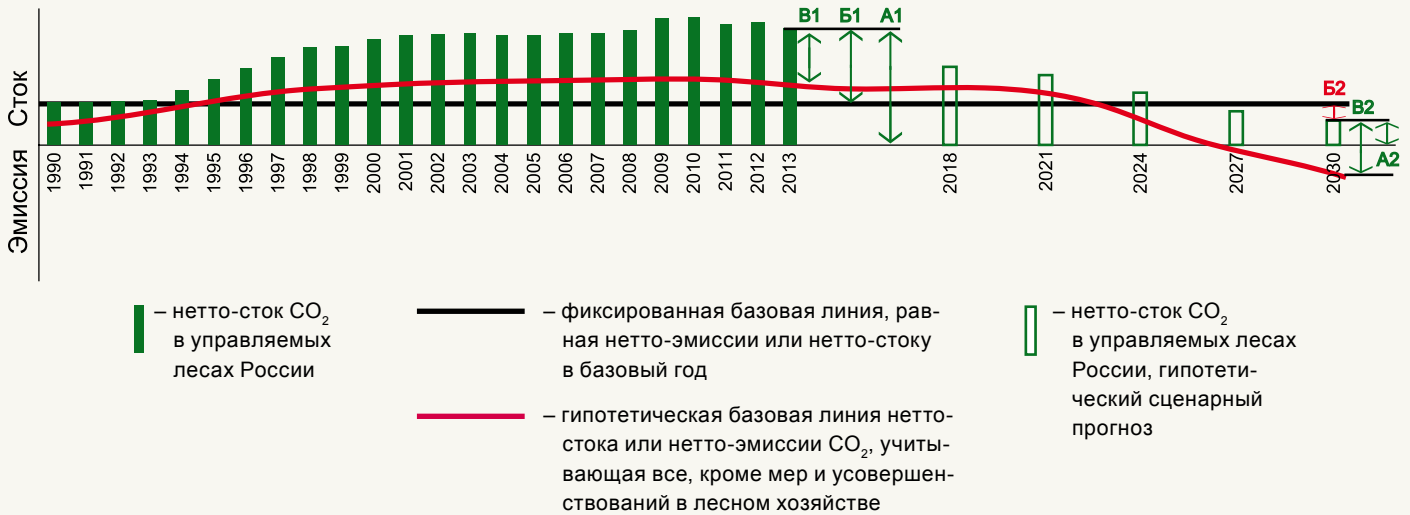
Министр природных ресурсов и экологии России С. Е. Донской, конкретизируя свое понимание полного учета лесов в новом соглашении, отметил, что *«учет бореальных лесов должен вестись так же, как и тропических»*.⁶

В перспективе можно предположить, что появятся широкомасштабные российские проекты, аналогичные REDD+ и имеющие большое экологическое и социальное значение. Соглашение должно быть универсальным по охвату стран, поэтому по мере разработки правил его реализации и вступления в силу встанет вопрос об универсальном для всех лесов всех стран механизме.

⁶ С.Е. Донской, выступление на международной конференции «Глобальный климатический вызов: диалог, государства, общества и бизнеса», Москва, 17 ноября 2015 г.

Рис. 22.

Иллюстрация подходов к учету эмиссий и стоков в лесах, которые будут обсуждаться в 2016-2017 гг. при разработке правил Парижского соглашения (по глоссарию терминов РКИК ООН [Кокорин и др., 2015])



A1 и A2 – сток CO₂ в 2013 и 2030 гг. по «гросс-нет» подходу

B1 и B2 – сток CO₂ в 2013 г. и эмиссия CO₂ в 2030 г. по «нет-нет» подходу с фиксированной базовой линией

B1 и B2 – сток CO₂ в 2013 и 2030 гг. по «нет-нет» подходу с базовой линией, учитывающей все, кроме мер и усовершенствований в лесном хозяйстве

«Гросс-нет»-подход

Рассчитывается разница между поглощением и потерями углерода – то есть величина баланса парниковых газов в управляемых лесах страны в отчетный год. Это может быть как нетто-эмиссия, так и нетто-сток в зависимости от того, что больше – все потери или все поглощение.

«Нет-нет»-подход

Рассчитывается разница между нетто-стоком за определенный год (или нетто-эмиссией, в зависимости от того, что больше – поглощение или потери) и базовой линией. Когда страна в управляемых лесах имеет нетто-эмиссию, но она меньше, чем нетто-эмиссия по базовой линии, то засчитывается сток, равный разнице. Когда у страны нетто-сток, но он меньше, чем нетто-сток по базовой линии, то засчитывается эмиссия, равная разнице. Имеются разные варианты базовой линии. Страна может принять неизменную базовую линию, равную нетто-стоку (или нетто-эмиссии) в базовый год. Другая возможность – построение базовой линии, учитывающей все, кроме мер и усовершенствований в лесном хозяйстве. Это позволяет показать действие реальных мер и не смешивать их с последствиями иных воздействий, в частности, широкомащтабных рубок в прошлом.

Дополнительно в любом варианте можно учитывать или нет два фактора

Естественные нарушения

Потери запасов углерода в управляемых лесах в результате стихийных бедствий могут не учитываться, они не зависят от действий человека и находятся вне сферы ответственности страны.

Древесная продукция

Учет эмиссий и стоков CO₂, отражающий, что в результате рубок далеко не вся древесина и биомасса немедленно превращаются в CO₂. МГЭИК предлагает набор коэффициентов – типичных времен консервации углерода для разных видов продукции из древесины. Кроме того, страны могут использовать коэффициенты, разработанные для национальных условий. Учет древесной продукции увеличивает полноту оценки потоков парниковых газов на территории стран. Проблема заключается в необходимости синхронного учета продукции из древесины всеми странами, как импортерами, так и экспортерами древесины. Вывезенная древесная продукция должна передаваться в сферу учета страны-покупателя.

6. ЧТО ДЕЛАТЬ?

Какие меры нужно предпринять в России?

1. Сохранение малонарушенных лесов как ценного природного объекта необходимо даже вне всяких климатических соображений. Если допустить их рубки, то в краткосрочном плане это приведет к большой эмиссии CO₂ в атмосферу, в то время как удовлетворить нужды в древесине можно иначе, за счет интенсификации лесного хозяйства (см. ниже п. 4). В долгосрочном плане столетий эти леса являются наиболее стабильным резервуаром углерода. Нужно приложить максимум усилий, чтобы сохранившиеся к настоящему времени малонарушенные леса в максимально возможной степени не подвергались дальнейшему освоению, восстановить их экологические функции в полном объеме, включая долгосрочное депонирование углерода. Для достижения этой цели необходимо внедрять новые нормативные инструменты, такие как Национальное лесное наследие, а также оптимизировать режим защитных лесов [Концептуальные подходы..., 2015; Кобяков и др., 2013].

2. Борьба с пожарами и гибелью лесов от других факторов.

Пожары занимают первое место в списке причин непроектированных потерь лесов, а ежегодно проходимые ими площади имеют тенденцию к росту. Во многих регионах лесозаготовители «конкурируют» с пожарами за последние оставшиеся участки коммерчески привлекательного леса, что ведет к очень быстрому истощению лесных запасов. Поэтому со всех возможных точек зрения — для экономической эффективности заготовки древесины, предотвращения очень больших выбросов CO₂, сохранения жизни и здоровья граждан — необходимы срочные меры по радикальному сокращению числа и площади лесных пожаров. Необходимо также повышение эффективности санитарно-оздоровительных лесохозяйственных мероприятий и обоснованности их назначения.

3. Уход от экстенсивного лесного хозяйства. Поскольку потребность в древесине в обозримой перспективе не исчезнет, наиболее целесообразным путем ее получения является ведение интенсивного лесного хозяйства в уже освоенных, вторичных лесах. Это позволит отказаться от экстенсивного пути лесопользования — освоения все новых, все менее продуктивных и удаленных от инфраструктуры лесов, сохранив малонарушенные лесные территории. Интенсивное лесное хозяйство предполагает эффективное лесовосстановление целевыми хозяйственно ценными породами, грамотный уход за лесом, активную охрану от пожаров, незаконных рубок и патогенов. При этом достигается резкое увеличение выхода хозяйственно ценной древесины с единицы площади, возможно сокращение оборота рубки [Интенсивное устойчивое..., 2013]. После рубки углерод еще значительное время хранится

в древесной продукции (см. ниже п. 10). Сокращение оборота рубки при интенсивной модели лесопользования позволит сократить дисбаланс между сроком выращивания древесины и сроком использования древесной продукции (в течение которого она является хранилищем углерода). Тем не менее, и в интенсивно управляемых лесах необходимо сохранять ключевые элементы биоразнообразия, выделять и сохранять участки с высокой природоохранной ценностью. Для этого должны быть разработаны и внедрены соответствующие нормативы и правила.

4. Оптимизация лесовосстановления. В настоящее время практика лесовосстановления далека от оптимальной, значительная часть созданных лесных культур погибает, лесовосстановление часто происходит через смену пород, что снижает продуктивность лесов, а значит, и скорость накопления углерода. Кроме того, целесообразно производить восстановление лесов теми породами и в таком их соотношении, которые свойственны для естественных лесов данной местности. Это позволит создавать леса, более устойчивые к неблагоприятным факторам, в том числе и к климатическим изменениям.

5. Использование лучших технологий и методов заготовки леса. Важным фактором эмиссии CO₂ при лесопользовании является нарушение почвы с последующей ее деградацией и вымыванием запасенного органического вещества. Необходимо внедрять методы заготовки древесины и создания лесной инфраструктуры, минимально повреждающие почву, сохраняющие на лесосеке лесную среду за счет оставления части исходного древостоя, отказа от сжигания порубочных остатков и повреждения имеющейся мертвой древесины.

6. Вовлечение зарастающих лесом сельскохозяйственных земель в лесопользование. Сокращение спроса на сельскохозяйственную продукцию привело к прекращению использования и последующему зарастанию лесом значительных площадей сельскохозяйственного назначения. Пока нет признаков восстановления спроса, целесообразно использовать эти земли для производства древесной продукции. Это могло бы существенно увеличить сток CO₂ в управляемых лесах России. Однако для этого имеются нормативные препятствия. Поэтому необходимо принять законодательные решения, которые позволили бы вовлечь эти земли в лесохозяйственное производство. Эти земли — как правило, достаточно продуктивные и транспортно доступные, особенно перспективны для ведения интенсивного лесного хозяйства и даже плантационного выращивания лесов.

7. Применять системы добровольной лесной сертификации и ответственных закупок древесины и древесной продукции. Системы добровольной лесной сертификации предъявляют к лесопользователям высокие требования, направленные на устойчивость управления лесами. При выполнении этих требований будут автоматически реализовываться многие из перечисленных в этом списке мер. Однако

развитие систем добровольной лесной сертификации требует также экономических стимулов, прежде всего, наличия спроса на сертифицированную древесину. Поддерживать этот спрос также можно через развитие систем ответственных закупок, как корпоративных, так и государственных [Экологически ответственные закупки..., 2010].

8. Борьба с незаконными рубками. С точки зрения баланса углерода большой разницы между законными и незаконными рубками нет, но незаконные рубки подрывают экономическую основу ведения лесного хозяйства, так как не происходит соответствующих отчислений в бюджет. Это сокращает объем средств, который может быть потрачен на восстановление, охрану и защиту леса. Кроме того, незаконные рубки в большей степени связаны с ценными породами деревьев, обычно произрастающими в местах с высоким лесным биоразнообразием, которому также наносится существенный ущерб — например, на Дальнем Востоке [Незаконные рубки..., 2013].

9. Развивать вторичное использование древесной продукции и производство биотоплива. Вторичное использование «продлевает жизнь» материалу из древесины, то есть увеличивает срок до момента эмиссии CO₂ в атмосферу. Биотопливо сжигается через небольшое время после его производства, но оно все равно предпочтительнее ископаемого топлива, так как содержащийся в нем углерод — результат относительно недавнего поглощения CO₂ из атмосферы при росте биомассы.

Рис. 23.
Масштаб незаконных рубок на Дальнем Востоке России, особенно по ценным породам (дуб и ясень), так велик, что по объемам во многих случаях сравним с объемом легальной заготовки, а в отдельные годы почти 2/3 всего объема ценных пород заготавливалось незаконно (Незаконные рубки..., 2013)



© АНАТОЛИЙ КАБАНЕЦ / WWF РОССИИ

В долгосрочной перспективе, когда, вероятно, моторного топлива будет требоваться очень мало (большая часть транспорта перейдет на электроэнергию, водород и др.), биотопливо сможет полностью заменить ископаемое топливо. Возникнет замкнутый цикл: рост лесов — биотопливо — возврат такого же количества CO_2 в атмосферу.

10. Развивать использование древесины для долгосрочных пулов хранения, прежде всего для целей деревянного домостроения и мебельного производства. Это также может быть учтено в РКИК ООН (см. выше врезку в конце раздела 5). Срок «жизни» бумаги — 5–10 лет, мебели и других изделий — 30–50 лет, домов — многие десятилетия и даже столетия.

11. Развивать недревесное лесопользование. Использование лесов для сбора пищевой и лекарственной продукции, рекреации и других не связанных с рубкой целей перспективно как альтернатива заготовке древесины. Во многих случаях, особенно в долгосрочной перспективе, такие виды лесопользования могут быть выгоднее, чем рубки.

12. Предельно строго подходить к прочим антропогенным причинам потерь лесопокрытой площади: сведению лесов, чтобы освободить земли для сельского хозяйства, застройки, разведки, добычи и транспортировки полезных ископаемых, при заполнении водохранилищ и т.п.

Рис. 24.
Заготовка кедрового ореха во многих случаях дает доход, сопоставимый с заготовкой древесины. В урожайный год с одного гектара кедровника можно собрать до 500 кг ореха, в среднем 50 кг/га



© FRANK MOERSCHTEL

ВЫВОДЫ

России в проблеме «лес и климат» важно не наращивание нетто-стока CO₂ (это практически не реально), а выполнение других задач:

- **не допустить массовых потерь углерода**, имеющегося сейчас в лесных экосистемах, сохранить леса как уникальный природный объект, вывести из коммерческого оборота сохранившиеся к настоящему времени малонарушенные леса;
- **оптимизировать управление лесами**, сокращая при этом непродуктивные потери углерода в процессе лесопользования;
- **экологически грамотно распорядиться заброшенными сейчас землями** сельскохозяйственного назначения; это очень большие площади, многие из которых сейчас зарастают лесом.

Предлагаемые меры

- Прекратить рубки в малонарушенных лесах и объявить их национальным лесным наследием России.
- Прекратить коммерческие рубки в защитных лесах природного происхождения.
- Не допускать незаконных рубок.
- Усилить систему защиты лесов от пожаров и вредителей с повышением ответственности за ущерб от пожаров всех участников лесных и земельных отношений.
- Восстанавливать, выращивать и снова рубить леса на тех участках, где это уже делали: таким образом перейти от «пионерного освоения» природных лесов к «ухаженому лесному огороду» в уже освоенных и близко расположенных к потребителю лесах.
- Повысить обоснованность назначения и эффективность санитарных рубок и рубок ухода в уже освоенных лесах для повышения устойчивости лесов и снижения риска их деградации.
- Максимально использовать заготовленную древесину, прежде всего для производства изделий с большим сроком службы, а также развивать использование недревесной продукции и услуг леса; древесные отходы могут полностью идти на биотопливо.
- Использовать лучшие технологии лесозаготовки, максимально сохраняющие лесную среду и биоразнообразие.
- Повышать экологическую и социальную ответственность лесопромышленных компаний, развивать FSC-сертификацию, политику ответственных закупок.

ЛИТЕРАТУРА

Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. 2014, Москва, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 1008 с., http://downloads.igce.ru/publications/OD_2_2014/v2014/htm/

Глобальная оценка лесных ресурсов 2015. Как меняются леса мира? Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций: Рим, 2015. 55 с.

ЕМИСС — Единая межведомственная информационная система, 2014. <http://fedstat.ru>

Замолодчиков Д. Г. Кислород — основа жизни // Вестник российской академии наук, 2006, том 76, № 3, с. 209–218

Замолодчиков Д. Г. Оценка климатогенных изменений разнообразия древесных пород по данным учетов лесного фонда // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131. № 4. С. 382–392.

Замолодчиков Д. Г., Грабовский В. И., Шуляк П. П., Честных О. В. Влияние пожаров и заготовок древесины на углеродный баланс лесов России // Лесоведение. 2013а. № 5. С. 36–49.

Замолодчиков Д. Г., Грабовский В. И., Коровин Г. Н., Гитарский М. Л., Блинов В. Г., Дмитриев В. В., Курц В. А. Бюджет углерода управляемых лесов Российской Федерации в 1990–2050 гг.: ретроспективная оценка и прогноз // Метеорология и гидрология. 2013б. № 10. С. 73–92.

Замолодчиков Д. Г., Грабовский В. И., Курц В. А. Управление балансом углерода лесов России: прошлое, настоящее и будущее // Устойчивое лесопользование. 2014. № 2. С. 23–31.

Интенсивное устойчивое лесное хозяйство: барьеры и перспективы развития: сб. статей / под общ. ред. Н. Шматкова; М.: WWF России, 2013. 214 с.

Кобяков К., Лепешкин Е., Титова С. Защитные леса: получится ли их сохранить? // Устойчивое лесопользование, № 1, (34). М.: WWF России, 2013. С. 34–44.

Кокорин А. О., Смирнова Е. В., Замолодчиков Д. Г. Изменение климата. Книга для учителей старших классов общеобразовательных учреждений. Вып. 1. Регионы севера европейской части России и Западной Сибири.— М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013.— 220 с. <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/807> Вып. 2. Регионы Дальнего Востока.— М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013.— 234 с. <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/809> Кокорин и др., 2013

Кокорин А. О. Изменение климата: обзор Пятого оценочного доклада МГЭИК.— М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2014.— 80 с.

Кокорин А. О., Липка О. Н., Суляндзига Р. В. Изменение климата. Глоссарий терминов, используемых в работе РКИК ООН. WWF России, Москва, 2015 г., 92 стр. www.wwf.ru/climate

Концептуальные подходы к созданию национального лесного наследия Российской Федерации / Д. Е. Аксенов, К. Н. Кобяков, Н. М. Шматков, А. Ю. Ярошенко // Устойчивое лесопользование, № 3, (43). М.: WWF России, 2015. С. 2–8.

Малонарушенные лесные территории России: современное состояние и утраты за последние 13 лет / Постер, формат А1. М.: WWF России, 2015.

Национальный доклад Российской Федерации о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990–2012 гг. Москва, 2014. Часть 1. 481 с.

Незаконные рубки на Дальнем Востоке: мировой спрос на древесину и уничтожение Уссурийской тайги: обзор / А. Г. Кабанец, Б. Д. Милаковский, Е. А. Лепешкин, Д. В. Сычиков; под общ. ред. Д. Ю. Смирнова. М.: WWF России, 2013. 39 с.

Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов России за 2009 год. Пушкино: Российский центр защиты леса, 2010. 179 с.

- Романовская А. А., Федеричи С., 2015. Квота на выбросы и роль лесного сектора в национальных обязательствах Российской Федерации в новом климатическом соглашении // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. Вып. 1, стр. 20–38.
- Рябошапко А. Г., Ревокатова А. П., 2015а. Роль восстановления лесов и новых лесопосадок в снижении концентрации CO₂ в атмосфере. // *Фундаментальная и прикладная климатология* (в печати) 2015 г. Том 2. <http://www.igce.ru/fac>
- Рябошапко А. Г., Ревокатова А. П., 2015. Потенциальная роль «негативной эмиссии» CO₂ в решении климатической проблемы // *Метеорология и Гидрология*, 2015, № 7, с. 18–36. <http://www.mig-journal.ru/shop/072015/потенциальная-роль-негативной-эмиссии-диоксида-углерода-в-решении-климатической-проблемы-detail>
- Состояние лесов мира, 2012. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций: Рим, 2012. 57 с.
- Шиятов С. Г. Динамика древесной и кустарниковой растительности в горах Полярного Урала под влиянием современных изменений климата. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2009. 216 с.
- Щепаченко Д. Г., Швиденко А. З., Лесив М. Ю., Онтиков П. В., Щепаченко М. В., Кракнер Ф. Площадь лесов России и ее динамика на основе синтеза продуктов дистанционного зондирования // *Лесоведение*, 2015, № 3, С. 163–171.
- Экологически ответственные закупки материалов из древесины для государственных и муниципальных нужд. Обзор зарубежных документов и практики. Рекомендации для включения в нормативно-правовую базу России / А. В. Птичников, Е. Н. Хмелева. М.: WWF России, 2010. 61 с.
- Энергетическая стратегия России на период до 2013 года. 2015. Москва, Министерство энергетики Российской Федерации.
- IEA, 2014. World Energy Investment Outlook 2014, Paris, International Energy Agency. <http://www.worldenergyoutlook.org/weomodel/investmentcosts/>
- IPCC, 2013. Fifth Assessment Report, vol. 1. Climate Change 2013, The Physical Science Basis. www.ipcc.ch
- Kaplan J. O., Krumhardt K. M., Zimmermann N. E. The effects of land use and climate change on the carbon cycle of Europe over the past 5000 years // *Glob Chang. Biol.* 2012. Т. 18. № 3. pp. 902–914.
- Kaplan J. O., Krumhardt K. M., Zimmermann N. The prehistoric and preindustrial deforestation of Europe // *Quat. Sci. Rev.* 2009. Т. 28. № 27–28. pp. 3016–3034.
- Luysaert, S., Schulze, E.— D., Borner, A., Knohl, A., Hessenmoller, D., Law, B.E., Ciais, P., Grace, J., Old-growth forests as global carbon sinks // *Nature* 455, 2008. pp. 213–215.
- IPCC, 2014. Fifth Assessment Report, vol. 2. Climate Change 2014, Impacts, Adaptation and Vulnerability. www.ipcc.ch
- UNFCCC, 2015. Draft Agreement and other UNFCCC documents. www.unfccc.int
- UNFCCC, 2015a. Russian Federation. CRF, 30 August, 2015. http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/application/zip/rus-2015-crf-30aug15.zip
- Williams, M. *Deforesting the Earth: From prehistory to global crisis*. The University of Chicago Press, USA, 2006. 561 p.
- World Bank, 2015. World Bank Open Data 2015. <http://data.worldbank.org/indicator>
- Yu M, Wang G., Parr D., Ahmed K. F. Future changes of the terrestrial ecosystem based on a dynamic vegetation model driven with RCP8.5 climate projections from 19 GCMs // *Climatic Change*. 2014. V. 127. P. 257–271.

ЧТО МОЖЕТЕ СДЕЛАТЬ ЛИЧНО ВЫ?

1. Человек – главная причина лесного пожара. Будьте аккуратны с огнем и разводите костер только в отведенных местах
2. Немедленно сообщайте о лесных пожарах в МЧС (112) или лесную охрану (8 800 100 94 00)
3. Помните про неотвратимость наказания (взыскания ущерба) за причинение вреда лесу, в т.ч. от возникшего по вашей вине пожара
4. Требуйте от органов, ответственных за леса в вашем регионе, должного ухода за уже освоенными лесами вместо освоения нетронутых лесов
Это позволит:
 - улучшить качество среды поблизости от вашего места жительства;
 - облегчить получение дров для отопления жилища и существенно сократить их стоимость;
 - дать работу для местных жителей;
 - сберечь от деградации природные леса вашего региона
5. Требуйте от региональной власти постоянно информировать о планах рубок в вашем регионе. Тогда у вас и других активных граждан будет возможность помочь лесникам бороться с незаконными рубками
6. Немедленно сообщайте в полицию и другие ответственные органы о незаконных рубках (8 800 100 94 00)
7. Присоединяйтесь к посадкам лесов в своем регионе, а также к уходу за уже посаженным лесом
8. Не загрязняйте лес: отдохнули – заберите мусор с собой
9. Покупайте FSC-сертифицированную продукцию или продукцию из проверенных источников
10. Поддержите Лесную программу WWF (wwf.ru/forests)

