



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY



**ВЛИЯНИЕ
ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА
НА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНУЮ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
В РЕГИОНАХ СИБИРИ**

УДК 630*31:551.583(571.1/5)

ББК 43.90+26.236.7

B586

А в т о р ы: А. В. Чугункова, А. И. Пыжев, Р. В. Гордеев,
Ю. И. Пыжева, Е. В. Зандер

Р е ц е н з е н т ы:

И. П. Глазырина, доктор экономических наук, профессор, заведующая лабораторией эколого-экономических исследований Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН;

Ю. Д. Алашкевич, доктор технических наук, заведующий кафедрой машин и аппаратов промышленных технологий Сибирского государственного университета науки и технологии имени академика М. Ф. Решетнёва

B586 Влияние глобального изменения климата на лесозаготовительную деятельность в регионах Сибири : монография / А. В. Чугункова, А. И. Пыжев, Р. В. Гордеев [и др.]. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. – 132 с.
ISBN 978-5-7638-4117-6

Исследованы взаимосвязи между глобальным изменением климата и лесным сектором экономики на примере регионов Сибири. Проанализирован мировой и отечественный опыт по использованию различных лесохозяйственных практик для смягчения последствий изменения климата и адаптации лесов и лесного сектора к рискам климатического генезиса.

Предназначена аспирантам, ученым, представителям органов власти, а также всем интересующимся актуальными проблемами экономики климатических изменений и природопользования.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках научного проекта № 18-010-01175, при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № 19-18-00145 и Гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых № МК-3482.2018.6.

Электронный вариант издания см.:
<http://catalog.sfu-kras.ru>

УДК 630*31:551.583(571.1/5)
ББК 43.90+26.236.7

ISBN 978-5-7638-4117-6

© Сибирский федеральный университет, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
Г л а в а 1. ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ ЛЕСНОГО И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ.....	7
1.1. Глобальные инициативы в сфере регулирования выбросов парниковых газов в атмосферу	7
1.2. Проблема влияния изменения климата на социально-экономическое развитие стран и территорий	12
1.3. Влияние климатических изменений на состояние лесных ресурсов.....	16
1.4. Последствия изменения климата для лесного сектора экономики.....	22
1.5. Влияние изменения климата на экономику сельского хозяйства.....	26
Г л а в а 2. ЭКОНОМИКА ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА СИБИРИ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ.....	31
2.1. Состояние и перспективы развития лесного комплекса России	31
2.2. Лесной комплекс регионов Сибири	35
Г л а в а 3. ВЛИЯНИЕ РОСТА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ИЗМЕНЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ СИБИРИ.....	48
3.1. Оценивание продолжительности зимнего сезона вырубki древесины в северных широтах.....	48
3.2. Влияние изменения температуры воздуха на продолжительность лесозаготовительного сезона в Красноярском крае и Иркутской области	52

3.3. Среднесрочное прогнозирование продолжительности сезона лесозаготовки в регионах Сибири	59
Г л а в а 4. РИСК И ВОЗМОЖНОСТИ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ДЛЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА СИБИРИ.....	62
4.1. Потенциальные риски глобального изменения климата для различных сценариев выбросов парниковых газов.....	62
4.2. Применение механизма REDD+ в тропических странах для смягчения последствий изменения климата	68
4.3. Варианты смягчения последствий климатических изменений в бореальных лесах	77
4.4. Стратегии адаптации лесного хозяйства к глобальному изменению климата	81
Г л а в а 5. КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРОДУКЦИИ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА.....	93
5.1. Группировка регионов России по уровню конкурентоспособности лесных комплексов.....	93
5.2. Факторы ограничения конкурентоспособности российского лесного комплекса	98
5.3. Формирование государственной лесной политики с учетом имеющихся рисков развития лесного комплекса	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	107
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	109
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	122
Приложение 1	122
Приложение 2	126
Приложение 3	127

ПРЕДИСЛОВИЕ

Проблема глобального изменения климата в настоящее время занимает одну из центральных и приоритетных позиций в вопросах международного сотрудничества и вместе с тем служит предметом довольно продолжительных дискуссий среди представителей различных государств. Последствия глобального потепления могут отразиться на социальном благосостоянии через изменение условий окружающей природной среды, которая служит как местом обитания человека, так и ресурсной базой, обеспечивающей удовлетворение потребностей общества в результате использования произведенных экономикой благ. В связи с этим глобальное потепление способно привести к изменению характера природопользования или, другими словами, изъятию из окружающей природной среды в процессе осуществления экономической деятельности ресурсов, в том числе, ресурсов древесины. Лесозаготовительная промышленность как одна из связанных с природопользованием отраслей экономики может оказаться восприимчивой к постепенному увеличению среднегодовой температуры воздуха. В этом контексте актуальной и значимой в средне- и долгосрочной перспективе развития экономики страны является проблема определения возможных экономических эффектов изменения климата с точки зрения функционирования отдельных отраслей, к числу которых, прежде всего, относится лесное хозяйство, а также формирование стратегии адаптации данной отрасли к ожидаемым изменениям.

Большинство лесных почв регионов Сибири характеризуется повышенной влажностью, поэтому деятельность по заготовке древесины на данных территориях осуществляется преимущественно в зимний период времени, когда лесной грунт промерзает, что обеспечивает достаточный уровень мобильности лесозаготовительной техники. Принимая во внимание наблюдаемую тенденцию постепенного повышения среднегодовой температуры воздуха, разумно предположить, что в средне- и долгосрочной перспективе будет происходить сокращение длительности зимнего сезона заготовки леса, сопровождаемое падением объемов заготавливаемой древесины.

В настоящей монографии проведен детальный анализ наблюдаемых и потенциальных воздействий глобального изменения климата на социально-экономическое развитие, экономику лесного и сельского хозяйства стран

и регионов. Рассмотрены и обобщены ведущие лесохозяйственные практики в сфере смягчения последствий изменения климата и адаптации лесов и лесного сектора к рискам климатического генезиса; проверены гипотезы о постепенном сокращении продолжительности лесозаготовительного сезона под влиянием глобального изменения климата на примере двух регионов с самыми высокими показателями объемов заготовки древесины – Красноярского края и Иркутской области; дана характеристика основных факторов, ограничивающих конкурентоспособность лесопромышленных комплексов регионов Российской Федерации; сформулирован ряд принципов государственной политики по управлению конкурентоспособностью с учетом региональных особенностей.

* * *

Авторы выражают признательность директору Института народнохозяйственного прогнозирования РАН академику Б. Н. Порфирьеву за ценные советы, а также научному руководителю Сибирского федерального университета академику РАН Е. А. Ваганову.

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ ЛЕСНОГО И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ

1.1. Глобальные инициативы в сфере регулирования выбросов парниковых газов в атмосферу

Нарастающая обеспокоенность глобальным изменением климата за последние несколько десятков лет явилась следствием осознания международным сообществом беспрецедентности происходящих на данном фоне социально-экономических и экологических процессов, вызвавших широкий резонанс в академических, а позднее и политических кругах. Согласно пятому оценочному докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата ООН (МГЭИК) со времен промышленной революции глобальная средняя температура воздуха уже повысилась на 0,85 °С и продолжает стремительными темпами возрастать, представляя как реальную, так и потенциальную угрозу существованию экономических, социальных и природных систем [IPCC, 2014]. При этом на территории России за последние 40 лет темп роста температуры намного превысил глобальный показатель и составил 0,45 °С против 0,17 °С за десятилетие (Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации, 2017).

Основным документом в сфере регулирования международного климатического режима можно по праву считать Рамочную конвенцию ООН об изменении климата (РКИК ООН), принятую в 1992 г. в Рио-де-Жанейро на конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата от 9 мая 1992 г., 1992). Документ был призван объединить усилия стран–сторон конвенции по борьбе с изменениями климата, путем сокращения выбросов парниковых газов и стабилизации их концентрации на относительно безопасном для климатической системы уровне. Разработка указанного документа создала необходимые условия для кооперации стран в рамках совместного решения проблемы изменения климата и заложила основу для

разработки странами-участниками собственных вариантов и предложений по смягчению последствий изменения климата [Вирт, 2017].

Логическим развитием основных положений Рамочной конвенции стало принятие в 1997 г. Киотского протокола, ставшего важным шагом в развитии международного сотрудничества по борьбе с глобальным потеплением (Киотский протокол к РКИК ООН от 11 декабря 1997 г., 1997). Характерной особенностью протокола стало определение собственных количественных обязательств участниками (главным образом развитыми странами) по сокращению выбросов парниковых газов в национальном масштабе с применением гибких механизмов, заложивших основу для формирования глобального углеродного рынка. Протокол был ратифицирован 191 государством, которым в общей сложности по итогам первого периода реализации документа (2008–2012 гг.) удалось превысить поставленную цель и снизить выбросы на 20 % от уровня 1990 г.¹ Однако стоит отметить, что США, занимавшие на тот момент времени одно из первых мест по величине выбросов, не ратифицировали протокол, указав на вероятный ущерб реализации его условий экономическому росту страны. Более того, Китай и Индия, на долю которых также приходится значительный объем эмиссии парниковых газов, не взяли на себя никаких количественных обязательств в рамках протокола². Канада также отказалась от соблюдения договоренностей из-за превышения квот выбросов, официально заявив о выходе из протокола за год до окончания первого периода его действия³. В свою очередь, Россия перевыполнила обязательства, сократив выбросы парниковых газов на 33 % по сравнению с уровнем 1990 г.⁴, чем обязана, вероятнее всего, ассимиляционному потенциалу своих лесных ресурсов и экономическим реформам 1990-х гг., приведшим к приостановлению деятельности подавляющего числа промышленных предприятий страны. По мнению ряда авторов, в течение периода действия протокола Россия не продемонстрировала стратегического участия в глобальной инициативе, поскольку приоритет был отдан получению выгод от продажи квот на выбросы углерода [Pyzhev et al., 2014]. Тем временем Россия все еще является одним из крупнейших мировых эмитентов диоксида углеро-

¹ В ООН подвели предварительные итоги реализации Киотского протокола // Новости ООН. URL: https://news.un.org/ru/story/2015/02/1258251#.VOd_cSzwuaO.

² Text of a Letter from the President to Senators Hagel, Helms, Craig, and Roberts // The White House. URL: <https://georgewbush-whitehouse.archives.gov/news/releases/2001/03/20010314.html>.

³ Канада официально вышла из Киотского протокола // ФГБУ «Гидрометцентр России». URL: <https://meteoinfo.ru/novosti/4297-13122011->.

⁴ 16 февраля 2005 года Киотский протокол вступил в силу // ФГБУ «Гидрометцентр России». URL: <https://meteoinfo.ru/news/1-2009-10-01-09-03-06/10566-16022015-16-2015-10->.

да в атмосферу. По состоянию на 2012 г. на долю страны приходилось порядка 5,1 %, или 2 322 Мт эквивалента CO₂, мирового объема выбросов парниковых газов. В свою очередь, величина выбросов в расчете на душу населения составила 16,22 т эквивалента CO₂ по сравнению со среднемировым значением, равным 6,36 т эквивалента CO₂ [Korppoo and Orlov, 2016].

Парижское соглашение, подписанное на 21-й конференции сторон конвенции, явилось фактическим преемником Киотского протокола, но, в отличие от последнего, носило менее жесткий и иерархичный характер, а также поощряло действия развивающихся стран в смягчении последствий изменения климата при финансовой поддержке развитых стран (Парижское соглашение к РКИК ООН от 12 декабря 2015, 2015). Соглашение вместо количественных обязательств установило определяемые участниками на национальном уровне вклады для достижения цели по недопущению повышения глобальной температуры воздуха к концу века более чем на 2 °С, а по возможности и ограничению ее роста до 1,5 °С по сравнению с показателями доиндустриальной эпохи. Делегации РФ на переговорах удалось добиться включения в текст соглашения статьи, отражающей важность вклада лесов и лесных экосистем в поглощение углерода. Документ признает роль поглотителей и накопителей парниковых газов в смягчении процессов глобального потепления и обязывает страны принимать все необходимые меры по охране и защите лесов, а также содействовать сохранению и увеличению запасов углерода иными поглотителями¹. Национальный вклад России был сформулирован по примеру Киотского протокола и устанавливал обязательства по сокращению во всех отраслях экономики выбросов к 2030 г. до 70 % от значения соответствующего показателя за 1990 г. в зависимости от максимальной абсорбционной способности лесных ресурсов². Данное заявление вызвало множество вопросов в научном сообществе, особенно в отношении специфики расчета той самой максимальной способности к поглощению углерода лесами [Kokorin, 2016]. Хотя Парижское соглашение и предоставило странам полную свободу в выборе собственных национальных целевых ориентиров по недопущению стремительного роста температуры, не у всех участников оно встретило одобрение оговоренных в документе мер. Так, США во второй раз дистанцировались от выполнения климатических обязательств, заявив летом 2017 г. о намерении выйти из соглашения. Причины все те же: несправедливость условий соглашения, подрыв суверенитета и угроза экономической безо-

¹ COP21, 2015. United Nations Climate Change Conference in Paris, France. URL: <http://www.cop21paris.org>.

² В Париже принято соглашение по климату // ФГБУ «Гидрометцентр России». URL: <http://www.meteorf.ru/press/news/10759/>.

пасности¹. Россия же пока откладывает ратификацию документа, а некоторые должностные лица и вовсе «не видят смысла в ратификации соглашения», ссылаясь на и «без того существующую экологически безопасную структуру производства»².

Реализация рыночных механизмов регулирования выбросов парниковых газов в рамках международных климатических соглашений требует проведения экономической оценки депонирования углерода лесными экосистемами. Оптимальным вариантом может стать уравнение предельных издержек сокращения выбросов в атмосферу с предельными издержками поглощения углерода лесами. Поскольку концентрация содержания парниковых газов в атмосфере будет увеличиваться с течением времени, стоимость сокращения выбросов (аналогично стоимости уменьшения выработки энергии) также с течением времени будет возрастать, пропорционально увеличивая цену поглощения углерода лесными экосистемами (ренту). Равенство растущей ставки по лесной ренте возрастающим издержкам на снижение выбросов способно уравновесить потоки поглощаемого и выбрасываемого углерода и тем самым обеспечить постоянный уровень общественного благосостояния [Sohngen and Mendelsohn, 2003].

Однако международное политическое сотрудничество в целях смягчения и замедления глобального потепления нельзя признать единственно верным и эффективным вариантом решения данной проблемы. Процессы глобального изменения климата характеризуются сложными эколого-экономическими взаимосвязями и требуют более детальной природы понимания причин его возникновения и конечных эффектов. В этой связи изменения, происходящие в окружающей природной среде, требуют не только концентрации внимания и усилий на проведении научных исследований и комплексном изучении климатических процессов, но и развития международного научного сотрудничества между РФ и остальными странами мира. Современное состояние российской науки постепенно приходит в упадок, поскольку происходит уменьшение количества научно-исследовательских институтов, реорганизация фондов и сокращение грантов на научные разработки, а количество эмигрировавших за рубеж научных работников с каждым годом становится больше. Для приостановления дальнейшего ухудшения ситуации в сфере науки необходимо создание условий для международного и междисциплинарного научного сотрудничества и кооперации, и изменение климата как глобальный процесс создает для этого все необходимые предпосылки [Büntgen, 2016].

¹ U.S. Exits Paris Climate Agreement // Encyclopaedia Britannica. URL: <https://www.britannica.com/story/us-exits-paris-climate-agreement>.

² В Госдуме не видят смысла в ратификации Парижского соглашения по климату // РИА новости. URL: <https://ria.ru/20180723/1525170552.html>.

Несмотря на то, что в большинстве исследований уже признано существенное влияние антропогенного фактора на механизмы глобального потепления, последствия данного явления в настоящее время не изучены в полной мере. Глобальное изменение климата является достаточно сложным динамическим процессом. Его эффекты многообразны и не могут быть подвергнуты однозначной оценке с позиции общественного благосостояния. В связи с этим особый интерес представляет комплексное рассмотрение возможных последствий изменения климата для экономической конъюнктуры с учетом географии размещения производственных мощностей [Porfiriev, 2009].

Существующая на сегодняшний день в мире склонность к недооценке политических и социально-экономических последствий изменения климата, а также связанные с осуществлением политики в области климатических изменений риски требуют концентрации внимания в двух взаимосвязанных областях. Первая предполагает снижение степени неосведомленности о глобальном потеплении и его последствиях. Для этого необходимо задействовать человеческие и финансовые ресурсы в развитии естественных наук о Земле, чтобы иметь более четкое представление о тех естественных процессах, которые являются причиной климатических изменений. К сожалению, несмотря на различные споры о влиянии природных факторов на глобальное потепление, мало кто из ученых признает их значимый вклад в изменение климата. Новые полученные результаты исследований позволяют разработать более эффективные направления климатической политики, направленной на адаптацию к последствиям данного процесса. Вторая предполагает концептуализацию множества задач с целью обеспечения экономического развития и национальной безопасности. Не менее важным здесь является рассмотрение природных и человеческих рисков и сопоставление их с последствиями глобального потепления. Такое сравнение предоставит возможность рассчитать все издержки и выгоды при осуществлении управления рисками и использовать полученные результаты для совершенствования климатической политики.

Для развития указанных концептуальных задач можно использовать несколько мер. На микроэкономическом уровне это переход к ресурсосберегающим и энергоэффективным технологиям с целью уменьшить объемы выбросов парниковых газов, а также комплексное управление как финансовыми, так и природными рисками. На макроэкономическом уровне должна проводиться государственная поддержка бизнеса и домашних хозяйств, чтобы содействовать им в сокращении выбросов углерода. Также необходимо внедрять политику в области климата и минимизации катастрофических рисков в международные стратегии развития.

Изменение климата является не только препятствием, помехой и проблемой, но и создает возможности перехода к новой политике устойчивого развития. Это предполагает уход от традиционных экономико-климатических теорий, установленных фундаментом современного развития. С позиции естественных наук этот переход означает новую систему взглядов и понятий, рассматривающих изменение климата как феномен увеличения количества и силы колебаний условий окружающей среды, которые вызваны природными и антропогенными факторами, вклад каждого из которых еще предстоит изучить.

С точки зрения национальной и глобальной политики, новая концептуализация задач в области изменения климата означает переход к стратегиям смягчения и адаптации. При этом приоритет должен быть отдан политике адаптации, поскольку даже полное прекращение выбросов в настоящем и будущем времени не гарантирует решение проблемы потепления, так как диоксид углерода является запасовым загрязнителем, т. е. имеет свойство накапливаться со временем в атмосфере. Более того, должна быть учтена важность вклада природных компонентов в изменение климата, к чему в настоящее время относятся скептически из-за преобладающей антропогенной теории глобального потепления.

1.2. Проблема влияния изменения климата на социально-экономическое развитие стран и территорий

Взаимосвязь глобального изменения климата с экономическими процессами привела к разработке и созданию ряда моделей интегрированной оценки, которые предполагают междисциплинарное изучение причинно-следственных связей, протекающих в окружающей среде. Модели комплексной оценки применяются во многих областях. Их используют для построения достоверных прогнозов, оценки затрат и выгод при реализации различных направлений государственной политики, оценки неопределенностей, связанных с альтернативными переменными и политическими стратегиями, а также для расчета стоимости исследований и разработки новых технологий. Одной из наиболее известных моделей комплексной оценки является Комплексная динамическая модель экономики и климата (англ. *Dynamic Integrated Climate-Economy model, DICE*), разработанная У. Нордхаусом. Детализированной версией модели *DICE* является комплексная региональная модель экономики и климата (англ. *Regional Integrated Climate-Economy model, RICE*), характеризующая взаимосвязь климата и экономики в разрезе 12 регионов мира и использующая конкретные по-

казатели выпуска, численности населения, уровня выбросов, ущерба и т. д. [Nordhaus and Sztorc, 2013]

Модель *DICE* рассматривает экономику климатических изменений с точки зрения неоклассической экономической теории роста. С позиции данного подхода экономика должна инвестировать средства в капитал, образование и технологии, чтобы сократить потребление сейчас и увеличить его в будущем. Другими словами, в модели *DICE* концентрация парниковых газов рассматривается как отрицательный природный капитал, а сокращение выбросов – как вклад, который позволит увеличить природный капитал. Инвестируя средства в ресурсо- и энергоэффективные технологии вместо наращивания объемов производства товаров и услуг, экономика сокращает потребление в настоящий момент, предоставляя возможность будущим поколениям потреблять больше благ.

Все модели комплексной оценки могут быть разделены на две категории: модели политической оптимизации и модели политической оценки. Последние признаются рекурсивными моделями, или моделями равновесия, которые показывают, как изменятся те или иные процессы с течением времени. Модели политической оптимизации направлены на максимизацию целевой функции (функции благосостояния) и могут быть использованы для оценки альтернативных направлений политики. В моделях с экономической структурой целевой функцией является функция экономического благосостояния. Модели *DICE/RICE* разработаны как модели политической оптимизации, поскольку имеют целью максимизацию функции общественного благосостояния. Следовательно, идея разработки данных моделей сводится к поиску таких траекторий потребления во времени и выбору соответствующей политической стратегии, которые обеспечивают максимизацию межвременной функции общественного благосостояния, представляющую собой сумму дисконтированной полезности от потребления на душу населения:

$$W = \sum_{t=1}^T \max U[c(t), L(t)]R(t) \rightarrow \max, \quad (1.2.1)$$

где $c(t)$ – потребление на душу населения; $L(t)$ – численность населения или труда как фактора производства; $R(t)$ – ставка дисконтирования.

Модель *DICE* состоит из системы нескольких одновременных уравнений и включает множество взаимозависимых компонент, которые подразделяются на две группы: экономические и геофизические переменные. В перечень экономических переменных входят:

- общемировой выпуск ($Q(t)$),
- запасы капитала ($K(t)$),
- численность населения или рабочей силы ($L(t)$),
- фактор продуктивности ($A(t)$),