

ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РЕГИОНОВ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСОКЛИМАТИЧЕСКОГО СЕКТОРА¹

ПЫЖЕВ Антон Игоревич, к.э.н., aryzhev@sfu-kras.ru, Сибирский федеральный университет; Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, Красноярск, Россия
ORCID: 000-0001-7909-3227. Scopus Author ID: 57209504336

В статье представлена попытка комплексного макроэкономического моделирования деятельности лесной промышленности России с анализом актуального для повестки дня вопроса максимального использования потенциала лесов в целях декарбонизации национальной экономики. Предложена оригинальная экономико-математическая модель регионального лесного комплекса, детализированная по блокам: лесозаготовка, лесная промышленность, экосистемные услуги лесов. В отличие от большинства аналогичных моделей, которые, как правило, строятся вокруг описания торговых потоков всей номенклатуры лесной продукции, настоящая работа исходит из рассмотрения лесного комплекса как источника полного круга экосистемных услуг лесов. Модель апробирована для регионов Сибири и Дальнего Востока, где расположена существенная часть российских лесов и мощностей по их промышленной переработке. Результаты сценарных расчетов показывают, что сохранение текущих тенденций лесопромышленности в этих регионах недопустимо как с точки зрения устойчивого развития отрасли (по причине приближающегося истощения лесосырьевой базы), так и в контексте ответа на актуальные для российской экономики вызовы. Цель по наращиванию поглощения углерода до 1,2 млрд. т CO₂-эквивалента к 2050 г., заявленная в Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов, является важным сигналом к росту инвестиционной привлекательности нового для российской экономики лесоклиматического сектора. Расчеты показывают, что, при полноценном разворачивании лесоклиматических инициатив, данный сектор может придать дополнительный импульс развитию экономики и трансформировать сугубо сырьевую ответственную лесную отрасль в один из флагманов международной декарбонизационной повестки.

Ключевые слова: экономико-математическое моделирование, лесной комплекс, лесное хозяйство, экосистемные услуги лесов, углерод-поглощающая способность, Сибирь и Дальний Восток.

DOI: 10.47711/0868-6351-193-68-77.

Повестка декарбонизации экономики требует уделить особое внимание развитию отечественного лесного комплекса. Именно на леса России, а точнее – на сектор землепользования и лесного хозяйства, возложена основная доля бремени обеспечения углеродной нейтральности национальной экономики в рамках достижения целей Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г., утвержденной распоряжением Правительства РФ от 29 октября 2021 г. № 3052-р. Целевой (интенсивный) сценарий данного документа предполагает резкое наращивание углерод-поглощающей способности управляемых экосистем, основу которых составляют леса: с текущего уровня в 535 млн. т CO₂-эквивалента до 1 200 млн. т CO₂-эквивалента к 2050 г. Проблема заключается в том, что до недавнего времени вопросы управления бюджетом углерода лесов в России фактически не включались в контур стратегического отраслевого регулирования. Поэтому обозначенная выше амбициозная задача требует новых подходов к управлению лесной отраслью с пересмотром всех сложившихся лесохозяйственных практик и реализацией крупных проектов, направленных на увеличение поглощения углерода лесными экосистемами [1-6].

Представляется, что начать такую работу следует с комплексного макроэкономического моделирования сценариев развития отрасли с учетом всех стоящих перед

¹ Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 19-18-00145).

ней задач: от декарбонизации экономики при условии устойчивого развития лесной промышленности до обеспечения многочисленных социально-экологических функций лесов. Несмотря на то, что Россия является одной из мировых лесных держав, такая постановка задачи является новой не только для государственного управления отраслью, но и для сектора академических исследований. Примеры экономико-математического моделирования российского лесного комплекса немногочисленны и касаются, в основном, отдельных аспектов, например, поведения лесопользователей на микроуровне или влияния нетарифных мер регулирования на экспорт древесины [7-11].

В то же время, в мировой практике достаточно много примеров успешного применения комплексных экономико-математических моделей как глобальных лесных рынков [8; 12-16], так и лесных комплексов отдельных стран и регионов [16; 17]. Как правило, такие модели являются результатом многолетней работы соответствующих коллективов, снабжены открытым исходным кодом и подробными пособиями по работе с ним, а также включают обширные наборы данных, которые позволяют изучать многочисленные сценарные развилки в развитии отрасли. Такой комплексный подход позволяет легко адаптировать модели для решения актуальных задач.

В рамках настоящей работы предпринят первый шаг к созданию аналогичной по задачам модели для национального лесного комплекса. Учитывая обширность территории российских лесов и высокую пространственную гетерогенность отрасли [18-20], моделирование целесообразно проводить в региональном разрезе.

Описание модели. Предлагаемый новый модельный комплекс представляет собой каскадную экономико-математическую модель регионального лесного комплекса, детализированную по нескольким блокам.

В отличие от большинства аналогичных моделей, которые, как правило, строятся вокруг описания торговых потоков всей номенклатуры лесной продукции, настоящая работа исходит из рассмотрения лесного комплекса как источника полного круга экосистемных услуг лесов. Данный подход согласуется с пониманием возрастающей роли лесов не только как источника древесного сырья и недревесных полезностей, но и как регулятора глобального баланса парниковых газов и локальных природно-климатических условий.

Следует оговориться, что описываемый подход к моделированию был существенно ограничен номенклатурой и качеством доступных для использования данных [21; 22]. Эта проблема особенно значима для узкоотраслевой статистики. Например, Рослесхоз публикует только самые общие показатели, которые часто недоступны в разрезе регионов. Относительно надежна и разнообразна широко используемая в данной работе статистика Федеральной таможенной службы, однако опубликованные данные охватывают лишь последние три года. Еще одним ограничением этих данных именно в региональном разрезе является наблюдаемое искажение первичного источника или конечного потребителя при перемещении грузов через границу (например, если в таможенной декларации в качестве отправителя обозначено юридическое лицо, зарегистрированное в приграничном регионе фактического перемещения груза через таможенную границу, это не означает, что продукция создана именно в этом регионе или в нем находится ее конечный потребитель). Вследствие отмеченных обстоятельств, многие аппроксимирующие переменные выбраны с учетом осознаваемой невозможности использовать содержательно более релевантные показатели. Отдельно отметим, что наличие устойчивых и надежных наблюдений по используемым переменным, как минимум, на протяжении 20 лет, а также детальная статистика по производству и потреблению (сбыту) отдельных видов товаров лесной промышленности существенно улучшили бы качество получаемых результатов.

Для каждого из рассматриваемых регионов (субъектов РФ) строится система уравнений итерационного типа, описывающих отдельные закономерности развития

лесного комплекса. Отдельные эндогенные компоненты используемых уравнений являются функциями от экзогенных переменных, эластичности влияния которых оцениваются с помощью эконометрических методов, в том числе на панельных данных.

Поскольку доступная статистика представлена в агрегированном виде, то для непосредственной работы с моделью используется дискретное представление полной функции общественного благосостояния для региона i в год t :

$$W_{it} = \sum_k V_{tk}(P_{tk} - C_{tk}),$$

где V_{tk} – общий спрос на благо k ; P_{tk} – цена на благо k ; C_{tk} – удельные издержки на производство блага k .

Общая логика модели заключается в максимизации функции W_{it} по всем параметрам. В качестве благ рассматриваются: лесозаготовка, агрегат продукции лесопромышленного комплекса, углерод-поглощающая способность лесов, другие экосистемные функции лесов. Представленная укрупненная группировка является результатом анализа доступных данных. Отказ от рассмотрения широкой номенклатуры продукции лесопромышленного комплекса продиктован отсутствием достаточных данных и несоответствием их структуры между различными источниками в региональном разрезе. При этом частичное рассмотрение отдельных товаров, в отношении которых данная проблема наблюдается в меньшей степени (например, древесноволокнистые плиты или целлюлоза), в отрыве от производственных цепочек представляется бессмысленным.

Далее следует разобрать особенности отдельных блоков модели, сформированных по типам вышеперечисленных благ.

Лесозаготовка. В соответствии с нашими более ранними результатами [23], запасы древесины не являются лимитирующим фактором для лесозаготовки в России, поэтому, учитывая экспортную ориентированность данного сектора, можно предположить, что спрос и фактический объем лесозаготовки определяются двумя параметрами: со стороны внешнего рынка – экспортом древесины и пиломатериалов (E), со стороны внутреннего рынка – совокупной выручкой от деятельности лесной промышленности, включая лесозаготовку (I). Оба показателя предлагается включать с лагом в один период для учета эффектов подстройки рыночного предложения. Тогда уравнение связи объемов лесозаготовки (H) в регионе i и экзогенных параметров можно записать следующим образом (β_l – параметры модели):

$$H_{it} = \beta_0 E_{i,t-1}^{\beta_1} I_{i,t-1}^{\beta_2}.$$

Здесь β_1 и β_2 – коэффициенты, выражающие эластичности влияния экспорта древесины и пиломатериалов и выручки лесной промышленности на объемы лесозаготовки будущего периода. Эти коэффициенты вычисляются на основе панельных регрессий с фиксированными эффектами по всей рассматриваемой выборке объектов (регионов). Легко видеть, что такая спецификация линеаризуется относительно экспоненты и затем принимает стохастическую форму:

$$\ln(H_{it}) = \beta_0 + \beta_1 E_{i,t-1} + \beta_2 I_{i,t-1} + \varepsilon_{it}.$$

Известна критика определения эластичностей на основе панельных регрессий для всего набора рассматриваемых объектов (стран или их субнациональных образований) [24], однако для России в ближайшие годы данный подход практически безальтернативен ввиду малой длительности доступных временных рядов официальной государственной статистики и отмеченных выше проблем с их надежностью и достоверностью. Необходимо также отметить, что регрессии приведенного типа подвержены естественной эндогенности, поэтому данный эффект необходимо контролировать с помощью специальных методов (например, двухшагового метода наименьших квадратов, использованного в настоящей работе).

Для простоты здесь и далее мы не рассматриваем импорт древесины, поскольку его объем незначителен, а для регионов Сибири и Дальнего Востока – ничтожен.

Продукция лесопромышленного комплекса. Аналогично предыдущему: спрос на продукцию лесной промышленности (L) определяется внутренним потреблением, прокси-переменной для которого может выступать валовой региональный продукт (GRP), а также внешнеэкономическим спросом, оценить который в целях решения нашей задачи можно с помощью стоимостной оценки экспорта продукции ЛПК (E). Тогда уравнение связи для спроса на продукцию лесопромышленного комплекса будет выглядеть следующим образом:

$$L_{it} = \beta_0 E_{i,t-1}^{\beta_1} GRP_{i,t-1}^{\beta_2}.$$

Углерод-поглощающая способность лесов. Данный блок является, с одной стороны, одним из важнейших с точки зрения текущего и стратегического интереса общества, но, с другой стороны, наименее обеспеченным информацией для расчетов. Несмотря на то, что Россия в течение более чем 25 лет отчитывается перед Межгосударственной группой экспертов по изменению климата и ежегодно публикует отчеты с оценками бюджетов углерода лесов, в том числе в региональном разрезе, данные Национального кадастра антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов можно использовать только для ретроспективной оценки динамики поглощения углерода лесными экосистемами, но не для, например, непосредственной экономической оценки сценариев развития экономики в зависимости от различных траекторий декарбонизации. На сегодняшний день в российской практике отсутствует действующий рынок углеродных квот (углеродных единиц), которые бы выступали товаром и были востребованы промышленностью для компенсации выбросов парниковых газов. Кроме того, несмотря на существенный рост интереса к данной теме в последние годы, массовая реализация лесоклиматических проектов, способных воплотить принцип платности в отношении углерод-поглощающей способности лесов, пока является вопросом среднесрочной перспективы. Такие проекты могут быть направлены на лесовосстановление и лесоразведение, предотвращение лесных пожаров и других лесных нарушений, иные меры, способствующие сокращению эмиссии парниковых газов или наращиванию углерод-поглощающей способности лесными экосистемами. Потребителями услуг таких проектов должны стать углеродоемкие производства, которые за счет инвестиций в климатические проекты смогут частично компенсировать высокие эмиссии парниковых газов в результате производственной деятельности.

В целях моделирования доход отрасли от продажи углеродных единиц в ретроспективном периоде принимается равным нулю. Между тем, в работе предлагается инструмент для оценки перспективного использования углерод-поглощающей способности российских лесов как экономического блага, которое при определенных условиях может сравняться или даже превзойти по стоимости традиционные источники доходов национального лесного комплекса.

Потенциал реализации лесоклиматических проектов определяется, прежде всего, динамикой бюджета углерода лесов. Пусть цена углеродной единицы в момент времени t для региона i составит P_{it} , а удельная стоимость реализации лесоклиматических проектов на одну углеродную единицу – C_{it} . В зачет эффекта проектов принимается только подтвержденный прирост поглощающей способности относительно базовой линии (англ. baseline), а именно уровня естественного поглощения углерода при отсутствии целенаправленного вмешательства человека. В модели предполагается, что такой прирост составит некоторую долю ζ бюджета углерода (B). В настоящее время для расчетов выбрана фиксированная доля $\zeta = 10\%$. Тогда совокупный чистый доход от рыночной реализации углерод-депонирующей способности лесов можно будет оценить через уравнение:

$$N_i = \beta_0 (P_{it} - C_{it})^{\beta_1} B_{i,t-1}^{\zeta}.$$

Бюджет углерода (B) прямо зависит от изменения запаса древостоя (GSV):

$$B_{it} = \beta_0 GSV_{i,t-1}.$$

В свою очередь, динамика запаса древостоя определяется следующими факторами. В естественных условиях лес растет под влиянием природно-климатических условий. Важнейшими параметрами, определяющими рост древесных растений, являются солнечная радиация, температура и увлажненность почвы. С точки зрения макроподхода, указанные параметры можно редуцировать до температуры воздуха и количества выпавших осадков, данные по которым доступны по широкому кругу метеостанций по всей территории России за период более 60 лет. Также для упрощения достаточно взять данные о температуре и осадках в среднем за июль, как середину сезона вегетационной активности, при этом, и температура (T), и влажность (p) должны положительно влиять на прирост древесины.

Важнейшей причиной быстрого сокращения запасов древесины являются лесозаготовки. К антропогенным факторам изменения бюджета углерода лесов можно также отнести пожары, ущерб от которых на территории России продолжает увеличиваться в последние десятилетия. По последним данным Института космических исследований РАН, по снимкам дистанционного зондирования Земли из космоса источником более 80% лесных пожаров в России является деятельность человека. Тем не менее, нельзя не учитывать и эффект от глобального потепления, которое приводит к росту горения лесов бореального пояса по всему миру. В модели ущерб от пожаров фигурирует в виде показателя площади сгоревших лесов (F). Одной из немаловажных причин пожаров являются вспышки по всей стране массового размножения насекомых-вредителей, поражающих древесину [25]. В модели активность насекомых-вредителей оценивается с помощью площади очагов вспышек, зарегистрированных учреждениями Рослесхоза (Pest).

Можно сформулировать следующее уравнение связи перечисленных факторов и динамики запаса древостоя:

$$GSV_{it} = \beta_0 \cdot T_{i,t-1}^{\beta_1} \cdot p_{i,t-1}^{\beta_2} \cdot F_{i,t-1}^{\beta_3} \cdot Pest_{i,t-1}^{\beta_4}.$$

Прочие экосистемные услуги лесов. Важной, но крайне недооцененной является роль лесов в предоставлении разнообразных экосистемных услуг помимо регулирования глобального баланса парниковых газов: от возможностей сбора дикоросов и рекреации до сохранения почв, обеспечения чистоты водоемов и поддержания биоразнообразия. Многие эти функции плохо поддаются количественной экономической оценке, поскольку они не опосредуются в какой-либо стоимости. Недревесная польза лесов, связанная, например, со сбором и заготовкой пищевых лесных ресурсов, недревесных лесных ресурсов и лекарственных растений, имеет вполне осязаемую экономическую стоимость, но в силу малого масштаба доходы от предпринимательства в этой области практически ничтожны. Так, например, официально зарегистрированная деятельность такого рода во всех регионах Сибири и Дальнего Востока в 2019 г. принесла около 654 млн. руб., что сопоставимо с годовой выручкой одного среднего российского предприятия.

Несмотря на отмеченные проблемы оценки прочих экосистемных услуг лесов, следует признать важным включение данного блока в модель в целях комплексного учета всех аспектов деятельности лесного комплекса. Здесь предлагается очень простой подход, аналогичный тому, что был применен для связи запасов древесины и бюджета углерода лесов. Деятельность по сбору недревесных лесных ресурсов (W) оценивается как функция от запасов древесины:

$$W_{it} = \beta_0 GSV_{i,t-1}.$$

Сценарии развития лесного комплекса регионов Сибири и Дальнего Востока.

Вышеописанный модельный комплекс был применен для анализа сценариев развития лесного комплекса регионов Сибири и Дальнего Востока, анализа выгод и издержек от практической реализации интенсивного наращивания углерод-поглощающей способности российских лесов, предусмотренного в Стратегии социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (СНУР).

В большинстве случаев для расчетов использовались данные за 2009-2019 гг. по 20 субъектам Федерации. В случае отсутствия отдельных данных объекты наблюдения, как правило, исключались полностью, чтобы не нарушать условие сбалансированности соответствующих панелей. Ввиду ограничений объема статьи подробные таблицы с расчетами коэффициентов вспомогательных регрессий и прочие детали расчетов не приводятся. Также далее представлены только те параметры сценариев, которые имеют существенное значение для интерпретации.

Расчеты показали, что общий запас древесины слабо чувствителен к наблюдаемому на коротком горизонте наблюдения изменению климата. Необходимо подчеркнуть, что данный эффект объясняется относительно низкими темпами повышения температур в ретроспективном периоде, который использовался для оценки эластичностей. Тем не менее, по прогнозам будущих изменений климата на территории России, выполненным с помощью ансамбля глобальных климатических моделей, принявших участие в 5 фазе международного проекта сравнения объединенных моделей (Coupled Model Intercomparison Project – CMIP5), в регионах Арктической зоны Сибири и Дальнего Востока будут наблюдаться наиболее выраженные последствия климатических изменений. Так, в соответствии с центральным сценарием климатических изменений RCP 4,5, в Красноярском крае и Ханты-Мансийском автономном округе среднегодовая температура вырастет на 1,7°C за период 2041-2060 гг. относительно периода 2011-2030 гг., в Якутии – на 1,5°C. Потепление климата уже приводит к постепенному смещению границ экотона лес-тундра на север и массовому таянию вечной мерзлоты с масштабным высвобождением метана в атмосферу. Наибольшее же влияние на запас древесины оказывают объемы лесозаготовки и лесные пожары. Эффекты от реализации лесоклиматических проектов при этом ожидаемо варьируются в зависимости от доли использования возможностей депонирования углерода, конъюнктуры валютного курса и стоимости углеродной единицы (метрической тонны углерода).

Предпосылка инерционного сценария (И) заключается в том, что основные текущие тенденции развития лесного комплекса сохраняются: объемы лесозаготовки и доходы лесной промышленности растут умеренным темпом, соответствующим параметрам действующей Стратегии развития лесного комплекса России до 2030 г., при отсутствии практической реализации лесоклиматических проектов на всем прогнозном горизонте. Объемы лесозаготовки будут стагнировать под влиянием усиливающейся конкуренции на мировых рынках лесной продукции, стабильного внутреннего спроса и невозможности развернуть более глубокую переработку древесины. Такой сценарий можно считать возможным и весьма вероятным, хоть и неблагоприятным с точки зрения развития отрасли и реализации задач СНУР.

Базовый сценарий (Б) предполагает сходные с инерционным темпы развития лесопромышленного комплекса, но подразумевает практическую реализацию лесоклиматических проектов и выход на объем ежегодного дополнительного поглощения углерода лесами макрорегиона до 99,8 млн. т CO₂-эквивалента к 2050 г. Такой уровень дополнительного поглощения позволит частично достичь показателей це-

левого (интенсивного) сценария СНУР при условии переоценки текущего естественного поглощения углерода лесами за счет привлечения новых, более качественных данных о действительной динамике лесных экосистем.

В целевом сценарии (Ц) благоприятные для отрасли изменения произойдут сразу по двум направлениям. Будет опережающими темпами расти доход от традиционной деятельности лесопромышленного комплекса за счет постепенного увеличения глубины переработки древесины, растущего спроса на лесную продукцию со стороны мирового рынка и постепенного увеличения внутреннего сбыта. Такие изменения потребуют не только очень благоприятной внешней конъюнктуры, но и полной перестройки всей институциональной основы лесных отношений с созданием соответствующих стимулов для использования недревесных функций лесов. Только в таком случае будут в полном объеме реализованы лесоклиматические инициативы, что позволит нарастить ежегодное дополнительное поглощение углерода лесами Сибири и Дальнего Востока до 241,2 млн. т CO₂-эквивалента к 2050 г.

Соотношение доходов от продажи древесины и лесной продукции, и от реализации единиц поглощения углерода в рамках лесоклиматических проектов в трех описанных выше сценариях представлено на рисунке.

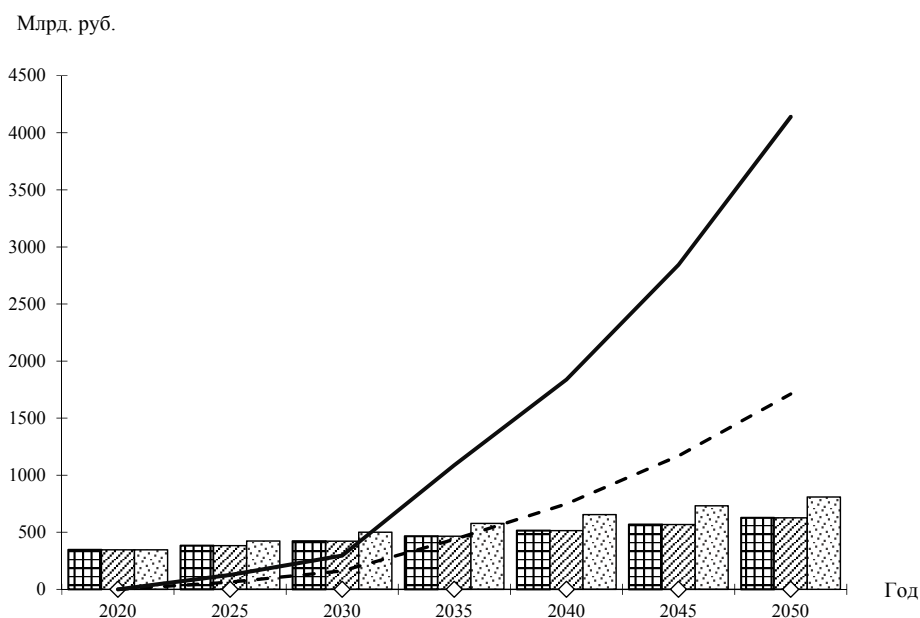


Рисунок. Сравнение доходов от продажи древесины и продукции из нее (ЛПК) и реализации единиц поглощения углерода (Углерод) в инерционном (И), базовом (Б) и целевом (Ц) сценариях развития лесного комплекса регионов

Сибири и Дальнего Востока до 2050 г., в ценах 2020 г.:

ЛПК: ▨ инерционном (И); ▩ базовом (Б); ▪ целевом (Ц)

Углерод: -◇- инерционном (И); - - - базовом (Б); — целевом (Ц)

В соответствии с исходными предпосылками инерционный сценарий является нежелательным, поскольку при его реализации не предполагается не только решение амбициозных задач по достижению углеродной нейтральности российской экономики за счет максимального использования потенциала лесов, но и не решаются даже узкоотраслевые задачи лесного комплекса по интенсификации переработки древесины. В рамках данного сценария доходы отрасли будут расти очень слабо,

причем исключительно за счет экстенсивного экспорта малопереработанной древесины и относительно стабильной конъюнктуры цен. Также важным риском данного сценария является потеря доли рынка сбыта ввиду усиления конкуренции.

Базовый сценарий позволяет, сохраняя отмеченные негативные тенденции развития собственно лесной промышленности, получить новый источник доходов, связанный с продажей углеродных единиц в результате реализации лесоклиматических проектов. В соответствии с полученными оценками, такой доход уже к 2040 г. может превзойти доход от традиционных лесопромышленных практик и составить 749,3 млрд. руб. (в ценах 2020 г.). При этом на горизонте до 2050 г. разрыв станет более чем двукратным: 1,7 трлн. руб. от дополнительного поглощения углерода по сравнению с 627,4 млрд. руб. от лесной промышленности. Таким образом, даже такой, умеренный, сценарий может сделать лесоклиматический сектор фактическим донором всей лесной отрасли макрорегиона и страны в целом.

В целевом сценарии цифры еще более оптимистичны: в 2050 г. потенциальный доход от лесоклиматических проектов может превысить 4,1 трлн. руб. при росте выручки лесной промышленности до 809 млрд. руб. При этом за счет более интенсивного разворачивания лесоклиматических проектов будет существенно расти запас древесины, что в перспективе будет положительно сказываться и на промышленной, и на экосистемной составляющих развития лесного комплекса. Таким образом, результаты расчетов могут являться аргументом в пользу существенного наращивания инвестиций в новый, лесоклиматический, сектор российской экономики.

* * *

В настоящей работе предпринята одна из первых попыток комплексного макроэкономического моделирования деятельности лесной промышленности России с анализом наиболее важного с точки зрения актуальной повестки дня вопроса участия лесов в декарбонизации национальной экономики.

Данная задача решена для регионов Сибири и Дальнего Востока, где расположена наибольшая часть российских лесов и соответствующих мощностей по их промышленной переработке. Результаты расчетов показывают, что сохранение текущих тенденций лесопромышленного управления недопустимо как с точки зрения устойчивого развития отрасли как вида экономической деятельности по причине отсутствия новых источников роста, так и в контексте наиболее актуальных для российской экономики вызовов. Цель по наращиванию поглощения углерода до 1,2 млрд. т CO₂-эквивалента к 2050 г., заявленная в Стратегии низкоуглеродного развития, является не только индикативным императивом экономической повестки ближайших лет, но и важным сигналом к росту инвестиционной привлекательности нового для российской экономики лесоклиматического сектора. Расчеты показывают, что, при полноценном разворачивании инициатив, данный сектор может придать важный новый импульс развитию экономики страны и трансформировать сугубо сырьевую отечественную лесную отрасль в один из флагманов международной декарбонизационной повестки.

Литература / References

1. Vaganov E.A., Porfiryev B.N., Shirov A.A., Kolpakov A.Yu., Pyzhev A.I. Assessment of the Contribution of Russian Forests to Climate Change Mitigation // *Economy of Regions*. 2021. Vol. 17. No. 4. P. 1096-1109. DOI: 10.17059/ekon.reg.2021-4-4.
2. Groisman P. et al. Northern Eurasia Future Initiative (NEFI): facing the challenges and pathways of global change in the twenty-first century // *Progress in Earth and Planetary Science*. 2017. Vol. 4. No. 1. P. 41. DOI: 10.1186/s40645-017-0154-5.

3. Романовская А.А., Трунов А.А., Коротков В.Н., Карабань Р.Т. Проблема учета поглощающей способности лесов России в Парижском соглашении // *Лесоведение*. 2018. № 5. С. 323-334. DOI: 10.1134/S0024114818050066. [Romanovskaya A.A., Trunov A.A., Korotkov V.N., Karaban R.T. Problem of Accounting the Absorptive Capacity of Russian forests in the Paris Agreement // *Lesovedenie*. 2018. No. 5. Pp. 323-334. (In Russ.)]
4. Romanovskaya A.A., Federici S. How much greenhouse gas can each global inhabitant emit while attaining the Paris Agreement temperature limit goal? The equity dilemma in sharing the global climate budget to 2100 // *Carbon Management*. 2019. Vol. 10. No. 4. Pp. 361-377. DOI: 10.1080/17583004.2019.1620037.
5. Zamolodchikov D.G., Grabovskii V.I., Shulyak P.P., Chestnykh O.V. Recent decrease in carbon sink to Russian forests // *Doklady Biological Sciences*. 2017. Vol. 476. No. 1. Pp. 200-202. DOI: 10.1134/s0012496617050064.
6. Filipchuk A., Moiseev B., Malysheva N., Strakhov V. Russian forests: A new approach to the assessment of carbon stocks and sequestration capacity // *Environmental Development*. 2018. Vol. 26. Pp. 68-75. DOI: 10.1016/j.envdev.2018.03.002.
7. Гулин К., Антонов М. Теоретические аспекты агент-ориентированного моделирования развития лесного комплекса // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2017. № 6 (54). С. 59-74 [Gulin K., Antonov M. Theoretical Aspects of Agent-Based Modeling in the Development of the Forest Complex // *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2017. № 6 (54). P. 59-74. (In Russ.)].
8. Moiseyev A. et al. Modeling the impacts of policy measures to prevent import of illegal wood and wood products // *Forest Policy and Economics*. 2010. Vol. 12. № 1. P. 24-30.
9. Lin Y., Zhang D. Incidence of Russian log export tax: A vertical log-lumber model // *Journal of Forest Economics*. 2017. Vol. 29. P. 69-77. DOI: 10.1016/j.jfe.2017.09.003.
10. Chang W.-Y., Gaston C. A trade flow analysis of the global softwood log market: implications of Russian log export tax reduction and New Zealand log production restriction // *Forestry*. 2016. Vol. 89. No. 1. P. 20-35. DOI: 10.1093/forestry/cpv038.
11. Antonova N.E., Lomakina N.V. Institutional Innovations for the Development of the East of Russia: Effects of Implementation in the Resource Region // *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. 2020. P. 442-452. DOI: 10.17516/1997-1370-0580.
12. Buongiorno J. GFPMPX: A Cobweb Model of the Global Forest Sector, with an Application to the Impact of the COVID-19 Pandemic // *Sustainability*. 2021. Vol. 13. No. 10. P. 5507. DOI: 10.3390/su13105507.
13. Zhang H., Buongiorno J. Markets, government policy, and China's timber supply // *Silva Fennica*. 2012. Vol. 46. No. 4. DOI: 10.14214/sf.913.
14. Zhang X. et al. How to protect the U.S. forest products industry from the perspective of trade? A comparison of policies within the forest supply chain // *Forest Policy and Economics*. 2021. Vol. 133. P. 102616. DOI: 10.1016/j.forpol.2021.102616.
15. Lintunen J., Laturi J., Uusivuori J. Finnish Forest and Energy Policy model (FinFEP): a model description. *Lunnonvarakeskus (Luke)*, 2015. URL: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-119-8>
16. Riviere M., Cauria S. Representations of the Forest sector in economic models // *OEconomia*. 2020. № 10-3. P. 521-553. DOI: 10.4000/oeconomia.9418.
17. Riviere M., Cauria S., Delacote P. Evolving Integrated Models From Narrower Economic Tools: the Example of Forest Sector Models // *Environmental Modeling & Assessment*. 2020. Vol. 25. No. 4. P. 453-469. DOI: 10.1007/s10666-020-09706-w.
18. Gordeev R.V., Pyzhev A.I., Yagolnitsa M.A. Drivers of Spatial Heterogeneity in the Russian Forest Sector: A Multiple Factor Analysis // *Forests*. 2021. Vol. 12. No. 12. P. 1635. DOI: 10.3390/f12121635.
19. Kolomak E.A. Evolution of spatial distribution of economic activity in Russia // *Regional Research of Russia*. 2015. Vol. 5. No. 3. P. 236-242.
20. Glazyrina I.P., Zabelina I.A. Socio- Ecological Inequality in the Russian Federation and Problems of its Measurement // *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. 2021. Vol. 14. No. 7. P. 1047-1062.
21. Shirov A.A. Statistics for the Benefit of Economics and Society // *Studies on Russian Economics Development* 2020. Vol. 31. No. 1. P. 3-6. DOI: 10.1134/S1075700720010141.
22. Pyzhev A.I., Gordeev R.V., Vaganov E.A. Reliability and Integrity of Forest Sector Statistics—A Major Constraint to Effective Forest Policy in Russia // *Sustainability*. 2020. Vol. 13. No. 1. P. 86. DOI: 10.3390/su13010086.
23. Пыжев А.И. Глобальные изменения климата и объемы лесозаготовок регионов Сибири в 1946-1992 годах // *Terra Economicus*. 2020. Т. 18. № 1. С. 140-153. DOI: 10.18522/2073-66062020-18-1-140-153. [Pyzhev A.I. Global Climate Change and the Volumes of the Forest Logging in the Regions of Siberia in 1946-1992 // *Terra Economicus*. 2020. Vol. 18. No. 1. Pp. 140-153. (In Russ.)].
24. Buongiorno J. Country-specific demand elasticities for forest products: Estimation method and consequences for long term projections // *Forest Policy and Economics*. 2019. Vol. 106. P. 101967. DOI: 10.1016/j.forpol.2019.101967.
25. Ivantsova E.D., Pyzhev A.I., Zander E.V. Economic consequences of insect pests outbreaks in Boreal Forests: A literature review // *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. 2019. Vol. 12. No. 4. Pp. 627-642. DOI: 10.17516/1997-1370-0417.



Статья поступила 24.02.2022. Статья принята к публикации 02.03.2022.

Для цитирования: А.И. Пыжев. Лесная промышленность регионов Сибири и Дальнего Востока: перспективы развития лесоклиматического сектора // *Проблемы прогнозирования*. 2022. № 4(193). С. 68-77.
DOI: 10.47711/0868-6351-193-68-77.

Summary

THE FOREST INDUSTRY OF THE REGIONS OF SIBERIA AND THE FAR EAST: PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE FOREST-CLIMATE SECTOR

A.I. PYZHEV, Cand. Sci. (Econ.), Siberian Federal University; Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of RAS, Krasnoyarsk, Russia
ORCID: 0000-0001-7909-3227. Scopus Author ID: 57209504336

Abstract: The article presents an attempt of complex macroeconomic modeling of the Russian forest industry activity with the analysis of the issue of maximum use of forest potential for decarbonization of the national economy relevant to the agenda. An original economic and mathematical model of the regional forest complex, detailed by blocks: logging, forest industry, ecosystem services of forests is offered. In contrast to most similar models, which are built around the description of trade flows of the entire nomenclature of forest products, the present work proceeds from the consideration of the forest complex as the source of the full range of forest ecosystem services. The model has been tested for the regions of Siberia and the Far East, where a substantial part of Russia's forests and industrial processing capacities are located. The results of scenario calculations show that maintaining the current forest management trends in these regions is unacceptable both in terms of sustainable development of the industry (due to the approaching depletion of the forest resource base), and in the context of responding to the challenges relevant to the Russian economy. The goal of increasing carbon sequestration to 1.2 billion tons CO₂-equivalent by 2050, stated in the Strategy for Socio-Economic Development of the Russian Federation with low greenhouse gas emissions, is an important signal for the growth of investment attractiveness of the new timber sector for the Russian economy. Calculations show that with the full deployment of forest climate initiatives, this sector can give an additional impetus to economic development and transform the purely raw material domestic forest industry into one of the flagships of the international decarbonization agenda.

Keywords: economic and mathematical modeling, forest complex, forestry, ecosystem services of forest, carbon-absorbing capacity, Siberia and the Far East.

Received 24.02.2022. Accepted 02.03.2022.

For citation: *A.I. Pyzhev*. The Forest Industry of the Regions of Siberia and the Far East: Prospects for the Development of the Forest-Climate Sector // *Studies on Russian Economic Development*. 2022. Vol. 33. No. 4. Pp. 402-408.
DOI: 0.1134/S1075700722040086.