

ЧУГУНКОВА А. В.

*Научно-учебная лаборатория экономики природных ресурсов и
окружающей среды,
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ПОТЕНЦИАЛЬНУЮ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО СЕЗОНА¹

Глобальное изменение климата в настоящее время занимает одну из ключевых позиций наряду с другими глобальными проблемами современности и служит предметом для обсуждений уже не один десяток лет. Особое внимание в этом вопросе уделяется именно последствиям, которые носят негативный характер как для окружающей природной среды, так и для социума. Одним из последствий, затрагивающих экономику лесного хозяйства, может служить постепенное сокращение продолжительности зимнего сезона рубки древесины на фоне повышения средних температур. Для проверки данной гипотезы в настоящей работе приводится расчет и прогноз потенциальной продолжительности сезона рубки на основе температурных данных, взятых по метеорологическим станциям двух крупнейших лесозаготовительных регионов страны – Красноярскому краю и Иркутской области.

Ключевые слова: глобальное изменение климата, потенциальная продолжительность сезона рубки древесины, лесозаготовительная промышленность

INVESTIGATION OF GLOBAL CLIMATE CHANGE EFFECT ON FEASIBLE DURATION OF WINTER-FELLING SEASON

Nowadays global climate change is taking a lead position along with the rest today's global challenges and has already been discussed for several tens of years. In this issue special attention is given to effects negative for the environment as well as for the society. One of the effects relating to logging industry is gradual shortening of winter-felling season due to average temperature increases. To justify this hypothesis this study gives estimation and forecast of feasible duration of winter-felling season based

¹ Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ и КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» научного проекта № 16-12-24001

on temperature data derived from meteorological stations in two largest logging regions of Russia – Irkutsk Oblast and Krasnoyarsk Krai.

Keywords: global climate change, feasible duration of winter-felling season, logging industry

Согласно исследованиям, проведенным Межправительственной группой экспертов по изменению климата ООН (IPCC) [1], с начала прошлого века среднесуточная температура выросла на 0,74 °С, а к концу XXI столетия ее прирост может составить 5 °С.

Для экономики лесного хозяйства изменение климата представляет значительную проблему, поскольку может существенным образом повлиять на экономическую деятельность лесозаготовительных предприятий. О негативных для лесного сектора экономики последствиях изменения климата упоминается в работе А. Кириленко и Р. Седьо [2], которые утверждают, что потепление приводит к возникновению болезней леса, интенсификации лесных пожаров, а также к росту численности насекомых-вредителей. Также одним из результатов постепенного повышения уровня температуры является сокращение продолжительности зимнего сезона вырубке леса, которое может выразиться в невыполнении предприятиями планов по заготовке леса. Влияние глобального потепления на продолжительность сезона рубки древесины для района Ленинградской области было проанализировано в статье В. Гольцева и Е. Лопатина [3]. В настоящей же работе предпринимается попытка применить данную идею и спрогнозировать потенциальную продолжительность сезона в разрезе метеорологических станций двух крупнейших лесозаготовительных регионов страны – Красноярского края и Иркутской области – с применением моделей временных рядов ARMA.

Из-за высокой влажности лесных почв в большинстве регионов России лесозаготовительная деятельность осуществляется только в зимний период времени, когда почвы в достаточной мере промерзают и могут выдерживать лесную технику.

В качестве территорий для исследования были рассмотрены два лидирующих по объемам заготовки древесины субъекта – Красноярский край и Иркутская область [4]. Потенциальная продолжительность сезона для каждого года (в днях) рассчитывалась при помощи разработанной программы на основе среднесуточных температурных наблюдений по тем метеорологическим станциям, которые находились поблизости к существующим местам рубки. Климатические данные были получены из Единого государственного

фонда данных Росгидромета [5]. Среди станций Красноярского края были выбраны Енисейск, Богучаны, Казачинское, а в число рассматриваемых станций Иркутской области вошли Киренск, Братск, Иркутск, Тулун, Ербогачен.

Было предположено, что зимний сезон рубки начинается в зимних месяцах, когда температура воздуха держится на отметке -5°C и ниже более пяти дней подряд и заканчивается, когда температура держится на отметке 0°C и выше более пяти дней подряд. Выбор пятидневного периода обусловлен тем, что в лесу процессы замерзания/оттаивания почвы происходят значительно медленнее, чем на открытой местности. При этом первые 7 дней не были включены в продолжительность сезона, так как перед началом осуществления лесозаготовительных мероприятий проходят работы по прокладке зимних дорог к лесным участкам, что в среднем занимает неделю. Более того, были также исключены активированные (нерабочие) дни, когда температура опускается ниже установленной границы. Предельные температуры для прекращения работы на открытом воздухе (в зависимости от скорости ветра) утверждены постановлением Администрации Красноярского края [6], а также постановление главы Администрации Иркутской области [7].

Исходя из того, что в лесу скорость ветра значительно ниже, чем на открытой местности, решено было взять температурную границу, соответствующую минимальной указанной в документах скорости ветра. Таким образом, как для Красноярского края, так и для Иркутской области предельное значение температуры для расчета активированных дней составило -40°C .

Для проверки гипотезы о постепенном сокращении продолжительности сезона рубки древесины на фоне изменения климата, полученные по каждой метеостанции значения были проанализированы с применением модели ARMA (p,q), общий вид которой выглядит следующим образом:

$$Y_t = \alpha_0 + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^p \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j \varepsilon_{t-j}$$

где $\alpha_1, \dots, \alpha_p$ и β_1, \dots, β_q – параметры модели, α_0 – константа, ε_t – белый шум, Y_{t-i} – авторегрессионная составляющая (порядка p), ε_{t-j} – составляющая белого шума (порядка q).

Статистическая обработка данных проводилась в прикладном пакете для статистического анализа «R» с использованием функции «auto.arima» для подбора наилучшей удовлетворяющей информационному критерию комбинации порядков модели. Среди

полученных результатов по двум метеостанциям (Богучаны и Ербогачен) был определен порядок (0,0,0), что позволило сделать вывод о стохастическом распределении значений временных рядов и наличии процесса «белого шума» (таблица 1). Результаты анализа данных по другим станциям оказались более существенными: значительный порядок автокорреляции наблюдался по станциям Енисейск и Киренск. При этом только Киренск показал наличие стационарного процесса, в остальных же случаях ряды оказались нестационарными интегрированными порядка 1, для оценки которых используется расширенная версия модели ARIMA.

Таблица 1 – Число порядков в моделях ARIMA, рассчитанных для каждой станции

	Красноярский край			Иркутская область				
Название станции	Енисейск	Богучаны	Казачинское	Иркутск	Братск	Киренск	Ербогачен	Тулун
ARIMA (p.d.q)	(4,1,1)	белый шум	(0,1,1)	(1,1,1)	(2,1,0)	(3,0,0)	белый шум	(0,1,1)

Заключительным этапом исследования стало построение прогноза продолжительности сезона на последующие 10 лет. Прогноз оценки вышеприведенных моделей показал ожидаемое сокращение сезона только по одной из восьми метеостанций – Иркутску. По остальным семи станциям прогнозные значения не продемонстрировали видимой убывающей тенденции ряда.

В ходе выполненной работы была проанализирована потенциальная продолжительность сезона по восьми метеорологическим станциям двух крупнейших лесозаготовительных регионов страны – Красноярского края и Иркутской области. В ходе оценки временных рядов с помощью модели ARMA два ряда показали наличие «белого шума», при этом ряды практически по всем остальным станциям изначально оказались нестационарными. Прогноз продолжительности сезона в целом показал себя неэффективным, поскольку лишь по одной из восьми метеостанций (по Иркутску) наблюдалась тенденция снижения прогнозных значений показателя.

Список использованной литературы

1. IPCC. 2007a. Climate change 2007: synthesis report. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change. URL: https://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf
2. Kirilenko A., Sedjo R. 2007. Climate change impacts on forestry. PNAS, No. 50, 19697-19702.
3. Goltsev V., Lopatin E. 2013. The impact of climate change on the technical accessibility of forests in the Tikhvin District of the Leningrad Region of Russia. International Journal of Forest Engineering, No. 2, 148-160.
4. Гордеев, Р. В., Пыжев, А. И. Анализ глобальной конкурентоспособности российского лесопромышленного комплекса / Р. В. Гордеев, А. И. Пыжев // ЭКО. – Новосибирск, 2015. – № 6 (492). – С. 109-130.
5. Аисори – удаленный доступ к ЯОД-архивам, URL: <http://aisori.meteo.ru/ClimateR>
6. О режимах работы в холодное время года : постановление Администрации Красноярского края от 12 ноября 2001 г. N 786-П. // Красноярский комсомолец. – 2001. – №46.
7. О предельных температурах при работе на открытом воздухе и в закрытых необогреваемых помещениях в холодное время года : постановление главы Администрации Иркутской Области от 26.09.2001 N 33/201-пг. // Восточно-Сибирская правда. – 2001.