

## ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ НАБЛЮДАЕМЫХ И ОЖИДАЕМЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ С УЧЕТОМ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗНЫХ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО СЕКТОРА

кандидат сельскохозяйственных наук **А.В. Константинов**<sup>1</sup>

доктор физико-математических наук **Т.С. Королева**<sup>2</sup>

**Е.А. Кушнир**<sup>2</sup>

**И.О. Торжков**<sup>2</sup>

1 – ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова», г. Санкт-Петербург,  
Российская Федерация

2 – ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»,  
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Расчет экономических последствий изменений климата для лесного сектора производился на основе данных об изменении запасов древесины в результате увеличения вегетационного периода, суммы активных температур и общего среднегодового прироста на 1 га покрытых лесной растительностью землях лесного фонда, а также динамики значений комплексного показателя пожарной опасности Нестерова по погодным условиям на середину и конец века по 3, 4 и 5 классам пожарной опасности. Сравнительный анализ положения границ природно-климатических зон на текущий момент, середину и конец века свидетельствует о прогнозируемом смещении границ с юга на север. Смещение границ природно-климатических зон неизбежно повлечет за собой изменение породного состава лесных массивов этих территорий. В частности, прогнозируется постепенная смена хвойных пород лиственными, что прямо скажется на структуре лесных ресурсов. Экономические последствия прогнозируемых изменений будут связаны как со сменой породного состава лесов, так и с изменением среднегодового прироста древесины. За счет увеличения вегетационного периода и суммы активных температур ожидается увеличение общего среднегодового прироста на 1 га покрытых лесной растительностью землях лесного фонда, эксплуатационных лесов до 2.9 м<sup>3</sup>/га на середину века и до 3.2 м<sup>3</sup>/га на конец века (при показателе 2.6 м<sup>3</sup>/га по состоянию за период 2008-2014 гг.). С учётом стоимости хвойной и лиственной древесины по регионам (в средних ценах 2017 г.), а также роста продуктивности насаждений, к середине века стоимостная оценка лесов по отношению к 2014 г. возрастет на 50.3%. К концу века ожидается увеличение до 217 % от уровня 2014 г. К 2090 году ожидается смещение границ южной тайги к границам средней тайги. В случае сохранения текущей продуктивности лесов ожидается снижение стоимостной оценки до 93.8 % от уровня 2014 г. К середине и к концу века ожидается увеличение пожароопасного сезона, в среднем на 4 дня к 2050 г. и на 9 дней к 2090 г. За счет этого возможен рост расходов на тушение лесных пожаров. В среднем по регионам увеличение расходов с 2016 г. по 2050 г. составит 2.3 млн руб./год, с 2051 г. по 2090 г. – 4.1 млн руб./год.

**Ключевые слова:** изменение климата, смещение природных зон, изменение среднегодового прироста, лесные пожары, экономические последствия, лесные экосистемы

## EVALUATION OF ECONOMIC CONSEQUENCES OF OBSERVED AND EXPECTED CLIMATE CHANGES IN ACCORDANCE WITH LONG-TERM PREDICTIVE SCENARIOS FOR FOREST SECTOR DEVELOPMENT

PhD (Agriculture) **A.V. Konstantinov**<sup>1</sup>

DSc (Physics and Mathematics) **T.S. Koroleva**<sup>2</sup>

**E.A. Kushnir**<sup>2</sup>

**I.O. Torzhkov**<sup>2</sup>

1 – FSBI «The Main Geophysical observatory», Saint-Petersburg, Russian Federation

2 – FBI «Saint-Petersburg Forestry Research Institute», Saint-Petersburg, Russian Federation

### Abstract

Economic consequences of climate change for the forest sector were calculated on the basis of data on changes in wood reserves as a result of an increase in the vegetation period, the sum of active temperatures and the total average annual increase for 1 ha of forest fund lands covered by forest vegetation, as well as the dynamics of the complex Nesterov's fire danger index for weather conditions for the middle and end of the century for the 3rd, 4th and 5th classes of fire danger. Comparative analysis of the position of boundaries of natural and climatic zones at current time, middle and end of the century indicates a predictable shift of boundaries from south to north. The displacement of the boundaries of the natural and climatic zones will inevitably entail a change in the pedigree composition of the forest tracts in these territories. In particular, the gradual change of coniferous species for deciduous ones is predicted, which will directly affect the structure of forest resources. The economic consequences of predicted changes will be related both to the change in the species composition of forests and to the change in the average annual growth of wood. Due to the increase in the growing season and the sum of the active temperatures, an increase in the total average annual growth per hectare of forestland covered with vegetation, operational forests up to 2.9 m<sup>3</sup>/ha in the middle of the century and up to 3.2 m<sup>3</sup>/ha at the end of the century (at 2.6 m<sup>3</sup>/ha for the period of 2008-2014). Taking into account the cost of coniferous and deciduous wood by regions (in average prices in 2017), as well as the growth of productivity of plantations, by the middle of the century the value of forests in relation to 2014 will increase by 50.3%. By the end of the century, an increase up to 217% is expected from the level of 2014. By 2090, the boundaries of the southern taiga are expected to shift to the middle taiga. If current forest productivity continues, the valuation is expected to decline to 93.8% from the level of 2014. By the middle and the end of the century, the fire season is expected to increase, in average for 4 days by 2050 and for 9 days by 2090. Due to this, the cost of extinguishing forest fires is likely to increase. On average, by regions, the increase in expenditures from 2016 to 2050 will be 2.3 million rubles per year, from 2051 to 2090 - 4.1 million rubles per year.

**Keywords:** climate change, shifting of natural zones, changing average annual growth, forest fires, economic consequences, forest ecosystems

### Введение

Наблюдаемое глобальное изменение глобального климата приводит к возникновению новых угроз и проблем для многих стран и регионов. В перспективе негативные последствия этих изменений могут стать катастрофическими. Мировое сообщество, несмотря на продолжающиеся научные дебаты о причинах и факторах глобального потепления, заняло однозначную позицию — необ-

ходимо предпринимать решительные меры по снижению антропогенных выбросов и увеличению поглощения парниковых газов из атмосферы. Помимо этого необходимо разработать сценарии развития событий, учитывающие изменение ключевых климатических параметров, их влияние на глобальные и региональные экосистемы, рассчитать возможные последствия и ущерб при их возникновении. На основе разработанных моделей требуется

подготовить и реализовать меры по адаптации, при возможности – меры по смягчению воздействия климатических изменений.

В настоящее время не существует долгосрочных прогнозных сценариев последствий наблюдаемых и ожидаемых климатических изменений с учётом долгосрочных прогнозных сценариев развития лесного сектора, детализированных по природно-климатическим зонам и регионам России. Это обусловлено несколькими факторами: 1) Отсутствие до недавнего времени высокоразрешающих региональных климатических моделей, основанных на численном решении систем уравнений гидротермодинамики с разрешением менее 100 км. 2) Отсутствие исследований по влиянию ключевых климатических параметров на смену породного состава и на рост/угнетение древостоя. 3) Отсутствие маркетинговых исследований, ориентированных на долгосрочную перспективу, по потребности в продукции лесной промышленности.

Настоящая публикация является частью цикла исследований, проводимых в рамках научного сотрудничества между Санкт-Петербургским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства (СПб), Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова (СПб) и Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной метеорологии (Обнинск), выполняемых за счет гранта Российского научного фонда (проект № 16-17-00063) [5]. Целью исследований является оценка воздействий климатических изменений, рассчитанных на основе региональной климатической модели, на отрасли народного хозяйства и объекты инфраструктуры на территории России.

### Методика исследования

Данная работа направлена на оценку экономических последствий наблюдаемых и ожидаемых климатических изменений с учётом долгосрочных прогнозных сценариев развития лесного сектора. Исследование проводилось для двух временных отрезках: период с 2014 года до 2050 года и на период до 2090 года. Ставилась задача проверки гипотезы, которая основывалась на имеющихся эмпирических данных и предыду-

щих научных исследованиях [1, 3, 7]: климатические изменения приведут к замещению хвойных насаждений лиственными, в результате чего (в связи с меньшей рыночной стоимостью лиственных пород) стоимостная оценка лесов снизится по сравнению с текущим статусом.

При расчете экономических показателей использования лесов не учитывались классы бонитета лесов и таксационные характеристики. Стоимость древесины рассчитывалась на основании средней рыночной цены за кубометр бревен лиственных и хвойных пород в ценах по состоянию на март 2017 года по федеральным округам по данным государственной статистики. Цена за кубометр бревен лиственных пород по Северо-Кавказскому федеральному округу была рассчитана как средняя от цен по всем федеральным округам ввиду отсутствия статистических данных. Цены за кубометр бревен хвойных пород по Северо-Кавказскому и Южному федеральным округам были рассчитаны как средние от цен по всем федеральным округам ввиду отсутствия статистических данных.

Территория России охватывает различные природные зоны, поэтому продуктивность лесов существенно варьируется в зональном и региональном отношении. Оценка экономических последствий климатических изменений производилась по всем субъектам Российской Федерации, за исключением городов федерального значения (Москва, Санкт-Петербург, Севастополь). В настоящей работе использован принцип зонально-провинциального деления, впервые предложенный в работе А.С. Исаева [2]. В соответствии с этим принципом земли Российской Федерации разделяются на 4 макрорегиона: Европейско-Уральская часть, Западная Сибирь, Восточная Сибирь и Дальний Восток. Каждый из них, в свою очередь, подразделяется на 3 широтные (зональные) полосы: северную (северные редколесья и северная тайга), среднюю (средняя тайга) и южную (южная тайга, смешанные, широколиственные леса и лесостепь) [4]. Границы 12 зонально-региональных полигонов совмещаются с административными границами субъектов федерации. За исключением Таймырского Долгано-Ненецкого и Эвенкийского районов

Красноярского края, и Корякского района Камчатского края, где граница макрорегиона проходит по административному делению субъекта (границы сохранены в связи с ранее существовавшими субъектами РФ и логичной природно-географической зональностью). Такая дифференциация субъектов позволяет пользоваться лесными планами.

Расчет экономических последствий производился на основе данных об изменении запаса древесины в результате увеличения вегетационного периода и общего среднегодового прироста на 1 га покрытых лесной растительностью землях лесного фонда. Указанные данные были определены на основе ансамблевых расчетов по изменению климатических параметров с помощью системы моделей глобального и регионального климата, разработанные Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова (Санкт-Петербург). Пространственное разрешение модели составляет  $\approx 200$  км для спектральной глобальной модели и 25 км для встроеной конечно-разностной региональной модели. Разрешение данной модели позволяет учитывать влияние на эволюцию климата мезомасштабных факторов: небольших внутриконтинентальных водоемов, изменчивых характеристик растительности и свойств подстилающей поверхности, описание прибрежных зон и т.п. При расчете изменений длины вегетационного периода учитывались данные о сумме активных температур свыше  $10^{\circ}\text{C}$ .

Расчеты производились по двум сценариям: позитивному и негативному. Позитивный сценарий предусматривает рост продуктивности лесов. При развитии негативного сценария роста продуктивности насаждений не ожидается.

Для оценки экономического ущерба от лесных пожаров были рассчитаны значения комплексного показателя пожарной опасности Нестерова по погодным условиям на середину и конец века по классам III-V, наиболее вероятным для возникновения лесного пожара. Затраты на тушение лесных пожаров рассчитывались на основе изменения числа суток пожарной опасности, при этом учитывались данные, превышающие одну календарную

неделю – увеличение количества дней на 8 и более дней. Это составляет  $\approx 5\%$  от фактической горимости по регионам. Данные о текущей фактической горимости были получены из лесных планов субъектов РФ.

Расчет затрат на тушение лесных пожаров производился прямо пропорционально увеличению/уменьшению количества суток пожарной опасности. Данные о текущих затратах были рассчитаны на основе Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) за период 2008-2012 г. по среднему значению с индексацией за период до 2016 г. включительно. Расчет производился в ценах 2016 года.

### Результаты исследования

Анализ породного состава древостоя по природно-климатическим зонам по регионам показал, что типичным распределением пород по состоянию на 2014 год для северной тайги является соотношение: 79 % - хвойные породы, 13 % - мягколиственные породы, 8 % - прочие породы. Для средней тайги: 70 % - хвойные породы, 25 % - мягколиственные породы, 1 % - твердолиственные породы, 4 % - прочие породы. Для южной тайги и более южных районов: 32 % - хвойные породы, 39 % - мягколиственные породы, 21 % - твердолиственные породы, 8 % - прочие породы (рис. 1). В результате проведенных исследований установлено, что типичная продолжительность вегетационного периода для северной тайги составляет 98 дней, для средней тайги – 119 дней, для южной тайги и более южных районов – 159 дней. С использованием ансамблевых расчетов по изменению климатических параметров с помощью системы моделей глобального и регионального климата была рассчитана длина вегетационного периода на середину века (2050-2059 гг.) и конец века (2090-2099 гг.). Эта величина составила на середину века: 122 дня для северной тайги, 141 день для средней тайги, 180 дней для южной тайги и более южных районов. На конец века: 148 дней, 160 дней и 198 дней соответственно. Данные представлены в табл. 1.

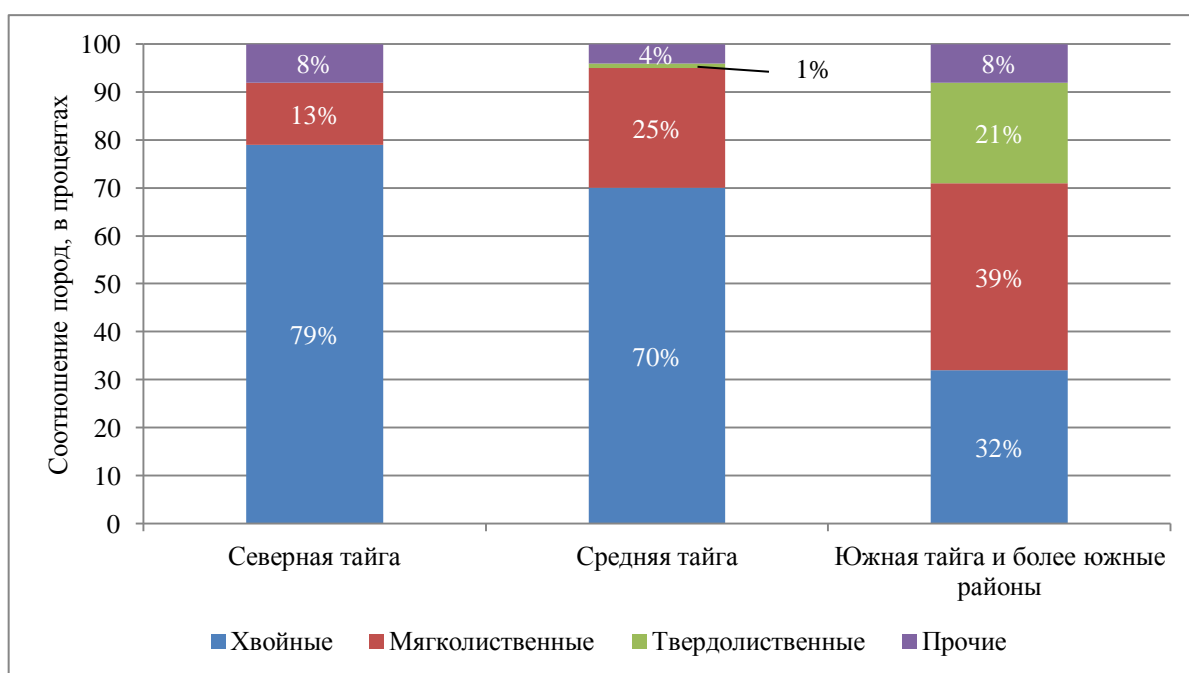


Рис. 1. Соотношение пород для северной, средней, южной тайги и более южных районов

Таблица 1

Продолжительность вегетационного периода по природно-климатическим зонам за период с 2017 г. по 2099 гг.

№ п.п.	Природно-климатическая зона	Продолжительность вегетационного периода, в днях		
		Текущая	Середина века* (2050-2059 гг.)	Конец века* (2090-2099 гг.)
1.	Северная тайга	98	122	148
2.	Средняя тайга	119	141	160
3.	Южная тайга и более южные районы	159	180	198

\* прогнозируемые данные

Пугём соотношения длины вегетационного периода и породного состава, а также данных предыдущих исследований, основанных на экстраполяции данных о породном составе и выявленной динамике смены хвойных пород на лиственные, было сделано предположение о постепенном сдвиге природно-климатических зон на север. В результате этого смещения прогнозируется замена хвойных пород лиственными. Расчёты, проведенные на основе компьютерного моделирования, показали, что к середине текущего века (2050-2059 гг.) следует ожидать увеличения вегетационного периода на 14,4 % (21 день), что приведет к смещению полигона средней тайги и частичное замещение террито-

рии полигона северной тайги. Данное обстоятельство вероятно вызовет снижение доли хвойных пород до 40,8 % в среднем по регионам от общей площади лесов (при показателе 43,5 % по состоянию на 2014 г.) и замещение их мягколиственными породами. Наибольший объём замещения (более 5 %) затронет территории Ненецкого А.О. (26 %), Магаданской области (24 %), Республики Саха (22 %), Республики Тыва (20 %), Сахалинской области (20 %), Республики Бурятия (18 %), Архангельской области (12 %), Владимирской области (12 %), Ямало-Ненецкого А.О. (10 %), Республики Коми (9 %), Ханты-Мансийского А.О. (7 %), Красноярского края (6%). На рис. 2 (б) дано картогра-

фическое представление возможных границ природно-климатических зон на середину века.

При увеличении вегетационного периода к 2090-2099 г. на 27,4 % (40 дней) ожидается смещение полигона южной тайги и более южных районов на территорию полигона средней тайги. Данное обстоятельство вызовет снижение доли хвойных пород до 35,2 % в среднем по регионам от общей площади лесов и замещение их мягколиственными породами. Замещение (по отношению 2014 г.) затронет территории Сахалинской области (58 %), Республики Бурятия (56 %), Республики Карелия (56 %), Красноярского края (44%), Хабаровского края (42 %), Иркутской области (39 %), Ханты-Мансийского А.О. (38 %), Амурской области (36 %), Забайкальского края (28 %), Пермского края (28 %), Свердловской области (26 %), Камчатского края (24 %), Кировской области (19 %), Вологодской области (18 %). На рис. 2 представлено смещение природно-климатических зон на конец века.

Сравнительный анализ положения границ природно-климатических зон на текущий момент, середину и конец века показал, что будет происходить постепенное смещение границ с юга на север. Полученные результаты подтверждают выдвинутые ранее предположения ряда учёных и специалистов, отраженных, в т. ч. в отчетах международных организаций [6, 8, 9, 10]. Смещение границ природно-климатических зон неизбежно повлечет за собой изменение породного состава лесных массивов этих территорий. В частности, прогнозируется постепенная смена хвойных пород лиственными. Экономические последствия прогнозируемых изменений будут связаны как со сменой породного состава лесов, так и с изменением среднегодового прироста древесины (таблица 2).

За счет увеличения вегетационного периода и суммы активных температур к середине века ожидается увеличение общего среднегодового прироста на 1 га покрытых лесной растительностью землях лесного фонда до 2,9 м<sup>3</sup>/га при показателе 2,6 м<sup>3</sup>/га по состоянию за период 2008-2014 гг.). Это обстоятельство вызовет увеличение общего запаса древесины до показателя 124 321,7 млн м<sup>3</sup> к 2050 г. (82 694,0 млн м<sup>3</sup> по состоянию на 2014 г.).

С учётом вышеуказанных факторов ожидается увеличение запаса древесины хвойных пород на 33,7 % по отношению к 2015 году, на 85,5 % – запаса древесины лиственных пород.

Общая стоимостная оценка запасов хвойных пород на середину века составит 130 % от уровня 2015 г. (174 166,33 млрд руб.), лиственных пород – 196% от уровня 2015 г. (115 017,34 млрд руб.).

Как следует из рис. 2, к концу века динамика сохранится. При этом темпы роста запаса хвойных пород могут снизиться после 2050 г. за счет замещения хвойных пород лиственными. Ожидается увеличение прироста хвойных пород на 30,6 % и лиственных пород на 95,5 % по отношению к уровню 2015 года. Прогнозируется увеличение среднегодового прироста до 3,2 м<sup>3</sup>/га, общего запаса древесины – до 177 930,5 млн м<sup>3</sup>.

К концу века общая стоимостная оценка запасов древесных пород составит: хвойных – 127 % (170 128,23 млрд руб.), лиственных пород – 422 % (247 112,8 млрд руб.) в ценах 2017 года. Отметим, что при столь существенном росте запаса лиственных пород и повышении предложения на рынке возможно корректировка цен в сторону уменьшения. Общая стоимостная оценка лесов составит 217 % от уровня 2014 года.

Расчёты среднегодового прироста древесины показали, что при развитии негативного сценария существенного изменения суммарного показателя продуктивности к середине века не ожидается.

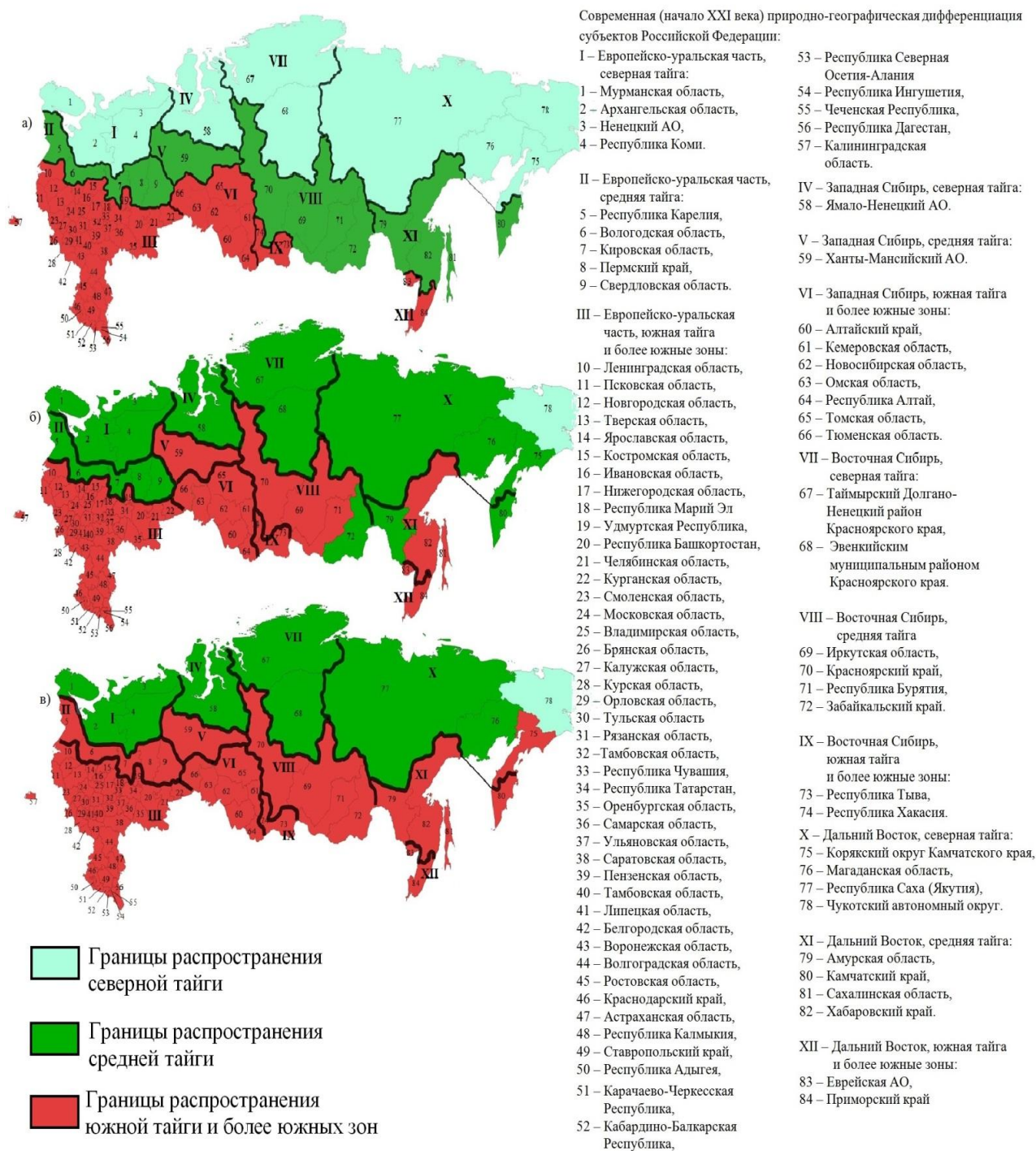


Рис. 2. Изменение распространения границ северной, средней и южной тайги на середину (б) и конец (в) XXI века по отношению к современной природно-географической дифференциации субъектов Российской Федерации (а)

Таблица 2

Изменение вегетационного периода, суммы активных температур и показателя общего среднегодового прироста на 1 га покрытых лесной растительностью землях лесного фонда, м<sup>3</sup>/га

1	Вегетационный период (число дней со среднесуточными температурами воздуха более +10°C)			Сумма активных температур приземного слоя воздуха выше +10°C			Общий среднегодовой прирост на 1 га покрытых лесной растительностью землях лесного фонда, м <sup>3</sup> /га		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Субъекты РФ	усредненное значение длины вегетационного периода на начало XXI века	изменение на середину XXI века (2050-2059 гг.)	изменение на конец XXI века (2090-2099 гг.)	сумма активных температур (среднее)	изменение на середину XXI 10С	изменение на конец века 10С	современный прирост, начало XXI века	изменение на середину XXI века (2050-2059 гг.)	изменение на конец XXI века (2090-2099 гг.)
Еврейско-Уральская часть, северная тайга									
Респ. Коми	155	34	66	1050	324	830	1,3	1,6	1,8
Архангельская обл.	100	23	46	1250	351	803	0,8	1,0	1,2
Мурманская обл.	105	31	59	800	454	996	0,6	0,8	0,9
Ненецкий АО	85	29	71	600	256	785	0,5	0,7	0,9
Еврейско-Уральская часть, средняя тайга									
Вологодская обл.	120	22	41	1600	492	1008	2,4	2,8	3,2
Кировская обл.	163	27	48	1700	541	1122	2,8	3,2	3,6
Пермский край	155	35	58	1800	455	1009	2,6	3,2	3,6
Респ. Карелия	108	26	48	1050	497	1001	2,0	2,5	2,9
Свердловская обл.	130	30	51	1800	506	1094	2,5	3,1	3,5
Еврейско-Уральская часть, южная тайга и более южные зоны									
Ленинградская обл.	160	20	37	1700	467	921	2,9	3,2	3,6
Новгородская обл.	175	19	37	1800	461	904	3,1	3,4	3,8
Псковская обл.	144	20	41	1800	489	955	3,3	3,8	4,3
Калининградская обл.	175	23	42	2000	497	978	3,8	4,3	4,7
Белгородская обл.	155	16	32	2900	611	1205	3,1	3,4	3,8
Брянская обл.	107	17	34	2700	528	1039	2,9	3,4	3,8
Владимирская обл.	170	18	35	2200	497	1024	3,6	4,0	4,4
Воронежская обл.	170	16	32	2500	609	1203	2,8	3,1	3,3
Ивановская обл.	165	19	37	1955	490	1014	3,5	4,0	4,4
Калужская обл.	125	17	34	1875	519	1019	3,9	4,4	5,0
Костромская обл.	125	21	39	1900	511	1049	3,4	3,9	4,5
Курская обл.	180	16	32	2375	582	1139	4,6	5,1	5,6
Липецкая обл.	185	17	34	2450	566	1125	3,9	4,3	4,6
Московская обл.	170	17	34	2000	496	994	3,4	3,7	4,1
Орловская обл.	195	16	32	2200	556	1096	4,1	4,4	4,8



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Рязанская обл.	215	17	34	2100	520	1059	3,7	4,2	4,7
Смоленская обл.	136	16	32	2200	497	970	7,3	8,2	9,1
Тамбовская обл.	123	16	33	2050	570	1134	1,1	1,2	1,4
Тверская обл.	148	18	34	2400	477	937	3,4	3,8	4,2
Тульская обл.	178	16	33	1850	532	1060	4,0	4,4	4,7
Ярославская обл.	160	20	38	2150	474	965	3,3	3,7	4,1
Респ. Адыгея	180	23	43	1950	624	1203	0,7	0,8	0,9
Астраханская обл.	208	18	35	3000	729	1426			
Волгоградская обл.	160	17	33	3600	649	1278	2,4	2,6	2,9
Респ. Калмыкия	170	18	35	3100	704	1365	0,8	0,9	1,0
Краснодарский край	230	19	29	2950	786	1501	2,3	2,5	2,6
Ростовская обл.	173	18	35	3180	679	1334	2,2	2,4	2,6
Респ. Дагестан	220	28	51	3200	706	1363	1,5	1,7	1,8
Респ. Ингушетия	198	34	57	2900	634	1211	1,8	2,0	2,3
Кабардино-Балкарская Респ.	220	33	57	2900	626	1196	2,3	2,6	2,9
Карачаево-Черкесская Респ.	200	32	56	3000	695	1303	2,2	2,6	2,8
Респ. Северная-Осетия	200	36	62	3000	697	1324	2,7	3,2	3,5
Ставропольский край	183	20	38	2900	587	1133	2,6	2,9	3,1
Чеченская Респ.	103	30	53	2800	661	1275	2,7	3,5	4,1
Респ. Башкортостан	128	23	40	2350	574	1142	2,6	3,1	3,4
Респ. Марий Эл	170	21	41	2350	543	1110	3,8	4,3	4,7
респ. Мордовия	130	16	33	2300	539	1099	3,6	4,1	4,5
Нижегородская обл.	165	20	38	2200	520	1072	3,6	4,0	4,4
Оренбургская обл.	180	18	34	2450	602	1198	3,0	3,3	3,6
Пензенская обл.	170	16	32	2450	567	1140	3,5	3,8	4,2
Самарская обл.	95	19	36	2450	587	1177	3,2	3,8	4,4
Саратовская обл.	140	16	32	2900	603	1199	2,4	2,7	3,0
Респ. Татарстан	170	21	39	3050	569	1144	3,8	4,3	4,7
Удмуртская Респ.	150	25	45	2400	562	1140	6,9	8,1	9,0
Ульяновская обл.	170	19	36	2450	556	1121	3,5	3,9	4,2
Чувашская Респ.	180	19	37	2050	544	1102	3,4	3,8	4,1
Курганская обл.	155	23	42	2200	541	1146	4,6	5,3	5,8
Челябинская обл.	130	22	39	2200	555	1123	3,1	3,7	4,1
Западная Сибирь, северная тайга									
Ямало-Ненецкий АО	95	21	50	600	229	674	0,6	0,7	0,9
Западная Сибирь, средняя тайга									
Ханты-Мансийская АО	82	27	53	1000	354	881	1,1	1,5	1,8

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Западная Сибирь, южная тайга и более южные зоны									
Респ. Алтай	125	30	56	1350	462	957	1,9	2,4	2,8
Алтайский край	165	22	42	1800	426	909	6,5	7,3	8,1
Кемеровская обл.	150	19	38	2000	376	812		0,0	0,0
Томская обл.	138	18	37	1800	349	788	1,7	1,9	2,2
Тюменская обл.	106	25	47	1400	454	1037	2,0	2,5	2,9
Новосибирская обл.	150	19	38	1700	397	900		0,0	0,0
Омская обл.	140	22	42	1800	440	999	9,3	10,8	12,1
Восточная Сибирь, средняя тайга									
Иркутская обл.	123	11	23	1600	272	601	1,6	1,7	1,9
Красноярский край	110	11	25	1600	201	502	1,0	1,1	1,2
Респ. Бурятия	110	14	28	1600	352	731	1,3	1,5	1,6
Забайкальский край	110	13	25	1400	389	809	1,3	1,4	1,6
Восточная Сибирь, южная тайга и более южные зоны									
Респ. Тыва	150	21	41	1400	440	899	1,2	1,4	1,5
Респ. Хакасия	160	21	41	1000	406	851	1,7	1,9	2,1
Дальний Восток, северная тайга									
Магаданская обл.	90	22	39	1050	421	841	0,3	0,4	0,5
Респ. Саха	75	10	21	1400	242	539	0,6	0,7	0,8
Чукотский АО	75	26	50	900	307	666	0,3	0,4	0,5
Дальний Восток, средняя тайга									
Амурская обл.	110	11	23	1400	70	761	0,8	0,9	1,0
Камчатский край	135	37	62	900	520	1020	0,7	1,0	1,1
Сахалинская обл.	155	30	56	1150	602	1237	1,4	1,7	1,9
Хабаровский край	95	15	30	1300	412	847	1,1	1,3	1,4
Дальний Восток, южная тайга и более южные зоны									
Еврейская АО	175	17	33	1700	530	1111	1,1	1,2	1,3
Приморский край	130	18	34	2550	572	1166	1,5	1,7	1,9

В данном случае за счет замещения хвойных пород лиственными к 2050 г. общий запас хвойных пород уменьшится до 51 273,8 млн м<sup>3</sup>. Запас лиственных пород возрастет до 31 420,4 млн м<sup>3</sup>. Стоимостная оценка запасов хвойных и лиственных пород возрастет на 3 733,15 млрд руб. только за счёт роста запасов лиственных пород. Ожидаемые экономические потери от смены породного состава скорее всего не подтвердятся из-за высоких цен на бревна лиственных пород в ряде регионов Уральского федерального округа и Дальневосточного федерального округа. В случае развития негативного сценария к концу века за счет замещения хвойных пород лиственными общий запас хвойных по-

род уменьшится до 35 229,7 млн м<sup>3</sup>. Запас лиственных пород возрастет до 41 027,4 млн м<sup>3</sup>. Стоимостная оценка запасов хвойных и лиственных пород уменьшится на 12 002,4 млрд руб. за счёт замещения запасов хвойных пород лиственными в регионах, где цена на хвойные выше: Северо-Западный федеральный округ, Сибирский федеральный округ. С помощью региональной климатической модели разработанной ГГО было рассчитано изменение комплексного показателя пожарной опасности В.Г. Нестерова на середину и конец XXI века, на основе данных об изменении числа дней со значением степени пожарной опасности «высокая» и «чрезвычайная» был рассчитан экономический

ущерб от лесных пожаров по каждому субъекту

Российской Федерации (табл. 3).

Таблица 3

Изменение дней горимости по комплексному показателю пожарной опасности В.Г. Нестерова  
и объём затрат на тушение лесных пожаров

Субъект РФ	Середина века		Конец века		Середина века		Конец века	
	увеличение дней горимости по комплексному показателю пожарной опасности Нестерова	% увеличения дней горимости (учитывались данные >=5%)	увеличение дней горимости по комплексному показателю пожарной опасности Нестерова	% увеличения дней горимости (учитывались данные >=5%)	объём затрат, тыс. руб. на-копленным итогом	средний объём затрат, тыс. руб./год	объём затрат, тыс. руб. на-копленным итогом	средний объём затрат, тыс. руб./год
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Среднее значение по субъектам РФ	4	5	9	9	79 698	2 344	203 228	4 147
Европейско-Уральская часть, северная тайга								
Респ. Коми	1	-	9	7	*	*	302 086	6 165
Архангельская обл.	2	-	10	8	*	*	421 165	8 595
Мурманская обл.	6	-	16	35	*	*	96 348	1 966
Ненецкий АО	3	-	14	22	*	*	*	*
Европейско-Уральская часть, средняя тайга								
Вологодская обл.	2	-	9	7	*	*	43 786	894
Кировская обл.	5	-	20	13	*	*	126 526	2 582
Пермский край	3	-	12	8	*	*	148 973	3 040
Респ. Карелия	1	-	6	5	*	*	34 716	708
Свердловская обл.	5	-	23	12	*	*	705 163	14 391
Европейско-Уральская часть, южная тайга и более южные части								
Ленинградская обл.	-1	-	-2	-	*	*	*	*
Новгородская обл.	-1	-	-4	-	*	*	*	*
Псковская обл.	-2	-	-5	-	*	*	*	*
Калининградская обл.	-1	-	1	-	*	*	*	*
Белгородская обл.	5	-	6	-	*	*	*	*
Брянская обл.	4	-	6	-	*	*	*	*
Владимирская обл.	4	-	11	9	*	*	81 443	1 662
Воронежская обл.	5	-	7	-	*	*	*	*
Ивановская обл.	1	-	9	9	*	*	24 379	498
Калужская обл.	6	-	8	6	*	*	5 510	112
Костромская обл.	3	-	13	10	*	*	22 876	467
Курская обл.	5	-	7	-	*	*	*	*
Липецкая обл.	6	-	10	8	*	*	23 085	471
Московская обл.	5	-	8	6	*	*	166 507	3 398
Орловская обл.	6	-	8	6	*	*	86	2
Рязанская обл.	6	-	11	9	*	*	4 442	91
Смоленская обл.	3	-	4	-	*	*	*	*

Продолжение табл. 3

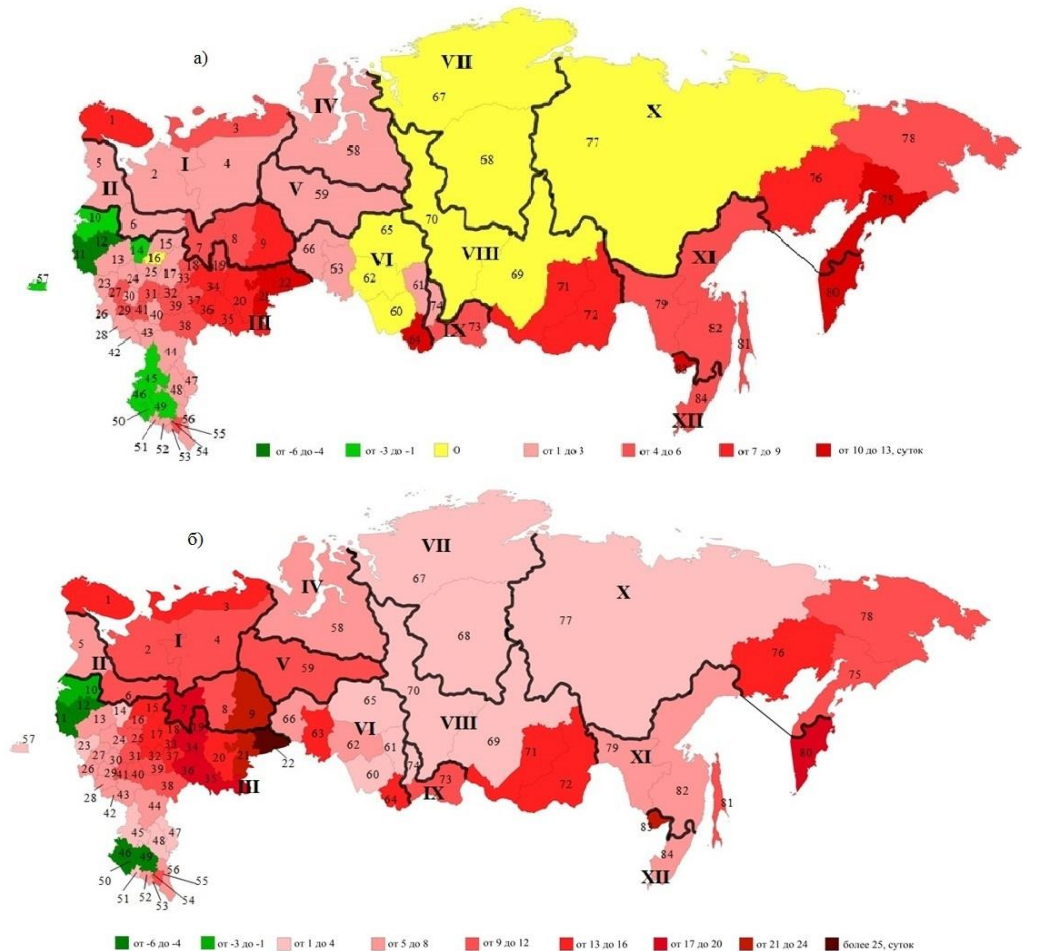
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тамбовская обл.	6	-	10	6	*	*	15 605	318
Тверская обл.	2	-	4	-	*	*	*	*
Тульская обл.	6	-	8	6	*	*	58	1
Ярославская обл.	1	-	4	-	*	*	*	*
Респ. Адыгея	-3	-	-6	-	*	*	*	*
Астраханская обл.	4	-	4	-	*	*	*	*
Волгоградская обл.	5	-	6	-	*	*	*	*
Респ. Калмыкия	3	-	2	-	*	*	*	*
Краснодарский край	-4	-	-6	-	*	*	*	*
Ростовская обл.	2	-	3	-	*	*	*	*
Респ. Дагестан	4	-	5	-	*	*	*	*
Респ. Ингушетия	5	-	7	-	*	*	*	*
Кабардино-Балкарская Респ.	4	-	5	-	*	*	*	*
Карачаево-Черкесская Респ.	3	-	3	-	*	*	*	*
Респ. Северная-Осетия	4	-	5	-	*	*	*	*
Ставропольский край	-1	-	-4	-	*	*	*	*
Чеченская Респ.	5	-	9	5	*	*	5 382	110
Респ. Башкортостан	8	5	16	10	31 547	928	105 775	2 159
Респ. Марий Эл	4	-	16	10	*	*	102 232	2 086
респ. Мордовия	8	4	13	7	7 685	226	23 508	480
Нижегородская обл.	4	-	13	7	*	*	197 042	4 021
Оренбургская обл.	12	6	17	9	7 929	233	13 993	286
Пензенская обл.	6	-	9	5	*	*	24 504	500
Самарская обл.	10	5	17	9	47 031	1 383	146 625	2 992
Саратовская обл.	7	-	10	5	*	*	10 844	221
Респ. Татарстан	7	-	19	10	*	*	6 540	133
Удмуртская Респ.	5	-	19	12	*	*	43 114	880
Ульяновская обл.	8	4	15	8	15 897	468	53 302	1 088
Чувашская Респ.	7	-	15	8	*	*	31 680	647
Курганская обл.	8	4	28	15	26 952	793	145 860	2 977
Челябинская обл.	11	6	23	13	73 167	2 152	259 670	5 299
Западная Сибирь, северная тайга								
Ямало-Ненецкий АО	1	-	6	-	*	*	*	*
Западная Сибирь, средняя тайга								
Ханты-Мансийская АО	1	-	10	5	*	*	822 112	16 778
Западная Сибирь, южная тайга и более южные зоны								
Респ. Алтай	11	8	15	11	75 738	2 228	198 256	4 046
Алтайский край	1	-	4	-	*	*	*	*
Кемеровская обл.	1	-	2	-	*	*	*	*

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Томская обл.	0	-	1	-	*	*	*	*
Тюменская обл.	1	-	15	8	*	*	1 945 712	39 708
Новосибирская обл.	1	-	8	6	*	*	32 654	666
Омская обл.	2	-	15	12	*	*	51 187	1 045
Восточная Сибирь, средняя тайга								
Иркутская обл.	0	-	1	-	*	*	*	*
Красноярский край	-1	-	2	-	*	*	*	*
Респ. Бурятия	8	5	14	8	294 156	8 652	847 862	17 303
Забайкальский край	8	5	15	9	257 953	7 587	804 206	16 412
Восточная Сибирь, южная тайга и более южные части								
Респ. Тыва	6	-	10	8	*	*	201 402	4 110
Респ. Хакасия	2	-	2	-	*	*	*	*
Дальний Восток, северная тайга								
Магаданская обл.	8	6	14	10	113 701	3 344	336 645	6 870
Респ. Саха	0	-	1	-	*	*	*	*
Чукотский АО	5	-	12	9	*	*	*	*
Дальний Восток, средняя тайга								
Амурская обл.	3	-	7	-	*	*	*	*
Камчатский край	8	6	17	12	45 296	1 332	151 875	3 099
Сахалинская обл.	4	-	10	6	*	*	182 563	3 726
Хабаровский край	4	-	8	5	*	*	453 440	9 254
Дальний Восток, южная тайга и более южные части								
Еврейская АО	10	7	23	17	39 020	1 148	39 027	796
Приморский край	6	-	8	6	*	*	91 970	1 877
* существенное увеличение затрат не ожидается								

Наибольшее увеличение пожароопасного сезона к середине века ожидается в Приволжском федеральном округе (прогнозируемое суммарное значение по федеральному округу – 94 дня, среднее значение по регионам – 7 дней), Дальневосточном федеральном округе (прогнозируемое суммарное значение по федеральному округу – 48 дней, среднее значение по регионам – 5 дней), Уральском федеральном округе (прогнозируемое суммарное значение по федеральному округу – 27 дней, среднее значение по регионам – 5 дней). В среднем по регионам ожидается увеличение пожароопасного сезона (по фактической горимости) на 4 дня. К концу века ожидается существенное увеличение пожароопасного сезона по всем федеральным округам, за исключением Северо-Кавказского федерального округа, Южного федерального округа. В среднем по регионам ожидается

увеличение пожароопасного сезона (по фактической горимости) на 9 дней. Графически результаты расчетов представлены на рис. 3. К 2050 г. ожидается увеличение затрат на тушение лесных пожаров накопленным итогом на 1,0 млрд руб. ценах 2016 года. В среднем по регионам увеличение расходов с 2016 г. по 2050 г. составит 2,3 млн руб./год. Наибольшее увеличение расходов (свыше 1 млн руб./год) ожидается в Республике Бурятия (увеличение на 8,7 млн руб./год), Забайкальском крае (увеличение на 7,6 млн. руб./год), Магаданской области (увеличение на 3,3 млн руб./год), Челябинской области (увеличение на 2,2 млн руб./год), Республике Алтай (увеличение на 2,2 млн руб./год), Самарской области (увеличение на 1,4 млн руб./год), Камчатском крае (увеличение на 1,3 млн руб./год), Еврейской автономной области (увеличение на 1,1 млн. руб./год).



Природно-географическая дифференциация субъектов Российской Федерации:

- |   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
| <p>I – Европейско-уральская часть, северная тайга:<br/>1 – Мурманская область,<br/>2 – Архангельская область,<br/>3 – Ненецкий АО,<br/>4 – Республика Коми.</p> <p>II – Европейско-уральская часть, средняя тайга:<br/>5 – Республика Карелия,<br/>6 – Вологодская область,<br/>7 – Кировская область,<br/>8 – Пермский край,<br/>9 – Свердловская область.</p> <p>III – Европейско-уральская часть, южная тайга и более южные зоны:<br/>10 – Ленинградская область,<br/>11 – Псковская область,<br/>12 – Новгородская область,<br/>13 – Тверская область,<br/>14 – Ярославская область,<br/>15 – Костромская область,<br/>16 – Ивановская область,<br/>43 – Воронежская область,<br/>44 – Волгоградская область,<br/>17 – Нижегородская область,<br/>18 – Республика Марий Эл,<br/>19 – Удмуртская Республика,<br/>20 – Республика Башкортостан,<br/>21 – Челябинская область,</p> | <p>22 – Курганская область,<br/>23 – Смоленская область,<br/>24 – Московская область,<br/>25 – Владимирская область,<br/>26 – Брянская область,<br/>27 – Калужская область,<br/>28 – Курская область,<br/>29 – Орловская область,<br/>30 – Тульская область,<br/>31 – Рязанская область,<br/>32 – Тамбовская область,<br/>33 – Республика Чувашия,<br/>34 – Республика Татарстан,<br/>35 – Оренбургская область,<br/>36 – Самарская область,<br/>37 – Ульяновская область,<br/>38 – Саратовская область,<br/>39 – Пензенская область,<br/>40 – Тамбовская область,<br/>41 – Липецкая область,<br/>42 – Белгородская область,<br/>45 – Ростовская область,<br/>46 – Краснодарский край,<br/>47 – Астраханская область,<br/>48 – Республика Калмыкия,<br/>49 – Ставропольский край,<br/>50 – Республика Адыгея,<br/>51 – Карачаево-Черкесская Республика,<br/>52 – Кабардино-Балкарская Республика,<br/>53 – Республика Северная Осетия-Алания</p> | <p>54 – Республика Ингушетия,<br/>55 – Чеченская Республика,<br/>56 – Республика Дагестан,<br/>57 – Калининградская область.</p> <p>IV – Западная Сибирь, северная тайга:<br/>58 – Ямало-Ненецкий АО.</p> <p>V – Западная Сибирь, средняя тайга:<br/>59 – Ханты-Мансийский АО.</p> <p>VI – Западная Сибирь, южная тайга и более южные зоны:<br/>60 – Алтайский край,<br/>61 – Кемеровская область,<br/>62 – Новосибирская область,<br/>45 – Ростовская область,<br/>64 – Республика Алтай,<br/>65 – Томская область,<br/>66 – Тюменская область.</p> | <p>VII – Восточная Сибирь, северная тайга:<br/>67 – Таймырский Долгано-Ненецкий район Красноярского края,<br/>68 – Эвенкийским муниципальным районом Красноярского края.</p> <p>VIII – Восточная Сибирь, средняя тайга:<br/>69 – Иркутская область,<br/>70 – Красноярский край,<br/>71 – Республика Бурятия,<br/>72 – Забайкальский край.</p> <p>IX – Восточная Сибирь, южная тайга и более южные зоны:<br/>73 – Республика Тыва,<br/>74 – Республика Хакасия.</p> | <p>X – Дальний Восток, северная тайга:<br/>75 – Корякский округ Камчатского края,<br/>76 – Магаданская область,<br/>77 – Республика Саха (Якутия),<br/>78 – Чукотский автономный округ.</p> <p>XI – Дальний Восток, средняя тайга:<br/>79 – Амурская область,<br/>80 – Камчатская область,<br/>81 – Сахалинская область,<br/>82 – Хабаровский край.</p> <p>XII – Дальний Восток, южная тайга и более южные зоны:<br/>83 – Еврейская АО,<br/>84 – Приморский край</p> |
|---|--|--|--|--|

Рис. 3. Изменение числа суток пожарной опасности субъектов Российской Федерации на середину (а) и конец (б) XXI века

К 2090 г. ожидается увеличение затрат на тушение лесных пожаров накопленным итогом на 9,6 млрд руб. в ценах 2016 года. В среднем по регионам увеличение расходов с 2051 г. по 2090 г. составит 4,1 млн руб./год. Наибольший рост (свыше 5 млн. руб./год) расходов относится к Тюменской области (увеличение на 39,7 млн. руб./год), Республике Бурятия (увеличение на 17,3 млн руб./год), Ханты-Мансийскому АО (увеличение на 16,8 млн. руб./год), Забайкальскому краю (увеличение на 16,4 млн руб./год), Свердловской области (увеличение на 14,4 млн руб./год), Хабаровскому краю (увеличение на 9,3 млн руб./год), Архангельской области (увеличение на 8,6 млн руб./год), Магаданской области (увеличение на 6,9 млн руб./год), Республике Коми (увеличение на 6,2 млн руб./год), Челябинской области (увеличение на 5,3 млн. руб./год)

### **Выводы:**

Выдвинутая в начале проведения исследования гипотеза относительно снижения стоимостной оценки лесов вследствие замещения хвойного древостоя лиственным подтвердилась частично. Замещение породного состава к 2050 г. и 2090 г. имеет различные экономические последствия. Замещение хвойных пород лиственными к 2050 году за счёт смещения средней тайги к границам северной тайги без роста продуктивности несущественно повлияет на стоимостную оценку, а при увеличении среднегодового прироста увеличит стоимость лесов на 50,3% по отношению к базовому году.

К 2090 году ожидается смещение границ южной тайги к границам средней тайги.

В случае сохранения текущей продуктивности лесов ожидается снижение стоимостной оценки на 12 002,4 млрд руб. по отношению к 2014 году (снижение на 6,2 %). При увеличении среднегодового прироста стоимостная оценка лесов возрастет до 417 241,0 млрд руб.

По результатам исследования очевидно, что последствия климатических изменений существенны. При реализации негативного сценария объём ущерба будет сопоставим с потерей 13 % ВВП на уровне 2016 г. В случае увеличения продуктивности лесов стоимостная оценка лесных насаждений составит 217 % от уровня 2014 г. Дальнейшее направление исследований может быть связано с разработкой мер по смягчению антропогенного воздействия на климат и подготовкой мер адаптации к последствиям изменения климата.

Увеличение количества дней фактической горимости лесов приведёт к росту затрат на тушение лесных пожаров. Существенное увеличение расходов ожидается в восьми субъектах Российской Федерации к середине века и десяти регионах к концу века. Уменьшение количества пожароопасных суток за прогнозируемый период затронет ряд регионов и существенно не повлияет на снижение затрат ввиду небольшой (менее 5 %) величины. В целом пожароопасность регионов к середине и, особенно, к концу века возрастет, что приведет к росту затрат на тушение лесных пожаров.

*Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 16-17-00063).*

### **Библиографический список**

1. Ежегодный доклад о состоянии и использовании лесов Российской Федерации за 2012 год / FBU VNIILM, 2013. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.forestforum.ru/info/gosdoklad.pdf>. – Загл. с экрана. – Яз. рус. – Дата обращения: 20.10.2017.
2. Исаев, А.С. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России : аналитический обзор / А.С. Исаев [и др.]. – М. : Центр экологической политики, 1995. – 157 с. – ISBN 5-88587-024-1.
3. Катцов, В.М. Оценка макроэкономических последствий изменения климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу / В.М. Катцов. – М.: Изд-во Д'АРТ, 2011. – 252 с.

4. Константинов, А.В. Изучение и оценка динамики продуктивности лесов Российской Федерации в период с 1961 по 2011 год / А.В. Константинов, Д.С. Бурцев // Тр. СПбНИИЛХ. – 2013. – № 4. – С. 5–24. – ISSN 2079-6080.
5. Кратцов В.М. Развитие технологии вероятностного прогнозирования регионального климата на территории России и построение на ее основе сценарных прогнозов изменения климатических воздействий на сектора экономики. Часть 1: Постановка задачи и численные эксперименты / Кратцов В.М., Школьник И.М., Ефимов С.В., Константинов А.В., Павлова В.Н., Павлова Т.В., Хлебникова Е.И., Пикалева А.А., Байдин А.В., Борисенко В.А. // Труды Главной Геофизической Обсерватории им. А.И. Войкова. – 2016. – № 583. – С. 7-29. – ISSN 0367-1274.
6. Петров А.П., Морковина С.С. Рыночная организация лесного хозяйства: опыт зарубежных стран и российских регионов [Текст] / Лесотехнический журнал. 2016. № 4(24). С. 250-258.
7. Олссон, Р. Использовать или охранять? Бореальные леса и изменение климата / Р. Олссон // Устойчивое лесопользование / Всемирный фонд дикой природы России. – 2013. – № 2 (35). – С. 36–45.
8. Alves, R. Climate change guidelines for forest managers / R. Alves [et al.]. – Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation, 2003. – no. 172. – 123 p.
9. Arctic Climate Impact Assessment / Forests, Land management and Agriculture // Official website of ACIA / ACIA. – Electronic data. – Mode of access: <https://www.amap.no/documents/doc/arctic-arctic-climate-impact-assessment/796>. – Title from a screen. – Data of the application: 19.10.2017.
10. Fourth assessment report, Climate Change / Working group II report: Impact, adaptation and vulnerability / Ecosystems, their properties, goods and services // Official website of IPCC / IPCC. – Electronic data. – Mode of access: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg2/>. – Title from a screen. – Data of the application: 20.10.2017.
11. van Vuuren D. P., Edmonds J. A., Kainuma M., Riahi K., Thomson K., Hibbard K., Hurtt G. C., Kram T., Krey V., Lamarque J-F., Masui T., Meinshausen M., Nakicenovic N., Smith S. J., Rose S. (2011). The representative concentration pathways: an overview // *Climatic Change*. 109. P. 5–31. DOI: 10.1007/s10584-011-0148-z.

### References

1. *Ezhegodnyy doklad o sostoyanii i ispol'zovanii lesov Rossiyskoy Federatsii za 2012 god* [Annual Report on the Status and Use of Forests of the Russian Federation for 2012] *FBU VNIILM* [FBU VNIILM] Available at: <http://www.forestforum.ru/info/gosdoklad.pdf>. (accessed 20 October 2017)
2. Isaev A.S. *Ekologicheskie problemy pogloshcheniya uglekislogo gaza posredstvom lesovosstanovleniya i lesorazvedeniya v Rossii : analiticheskiy obzor* [Environmental problems of carbon dioxide absorption through reforestation and afforestation in Russia: an analytical review]. Moscow, *Tsentr ekologicheskoy politiki* [Center for Environmental Policy], 1995, p. 157.
3. Katzov V.M. *Ocenka makroe'konomicheskikh posledstvij izmeneniya klimata na territorii Rossijskoj Federacii na period do 2030 g. i dal'nejshuyu perspektivu* [Assessment of the macroeconomic consequences of climate change on the territory of the Russian Federation for the period until 2030 and beyond]. Moscow, 2011, 252 p.
4. Konstantinov A.V., Burtsev D.S. *Izuchenie i otsenka dinamiki produktivnosti lesov Rossiyskoy Federatsii v period s 1961 po 2011 god* [The study and assessment of the dynamics of productivity of forests of the Russian Federation in the period from 1961 to 2011] *Trudy SPbNIILKh* [Proceedings of SPbNIILH], 2013. no. 4, pp. 5–24.
5. Kratcov V.M., Shkol'nik I.M., Efimov S.V., Konstantinov A.V., Pavlova V.N., Pavlova T.V., Hlebnikova E.I., Pikaleva A.A., Bajdin A.V., Borisenko V.A. *Razvitie tekhnologii veroyatnostnogo prognozirovaniya regional'nogo klimata na territorii Rossii i postroenie na ee osnove stsenarykh prognozov izmeneniya klimaticheskikh vozdeystviy na sektora ekonomiki. Chast' 1: Postanovka zadachi i chislennye eksperimenty* [Development of the technology of probabilistic forecasting of the regional climate in Russia and the construction on its basis of scenario forecasts of changes in climatic impacts on the economic sectors. Part 1: Statement of the problem and numerical experiments] *Trudy Glavnoj*



*Geofizicheskoy Observatorii im. A.I. Vojkova* [Proceedings of Voeikov Main Geophysical Observatory], 2016. no. 583, pp. 7–29.

6. Petrov A.P., Morkovina S.S. *Rinochnaya organizaciya lesnogo hozyaistva: opit zarubejnih stran i rossiiskih regionov* [The market organization of forestry: the experience of foreign countries and Russian regions] / *Lesotekhnicheskii jurnal* [Forestry Journal]. 2016. Vol. 4(24). pp. 250-258.

7. Olsson, R. *Ispol'zovat' ili okhranyat'? Boreal'nye lesa i izmenenie klimata* [Use or guard? Boreal forests and climate change] *Ustoychivoe lesopol'zovanie* [Sustainable forest management], 2013, vol. 35, no. 2, pp. 36-45.

8. Alves R., Broadhead J., Arguelles M., Chan B., Braatz S., Dangi R.B., Breulmann G., Eba-Atyi R., Gaworska M., Kafeero F., Neil P., Lasco R., Obando-Vargas G., Louman B., Ok Ma H., Martinez de Arano I., Ortiz H., Menton M., Putz F., Vega A.S. Rhodes D., Thompson I., Rose S., Ruiz-Villar M., Sabogal C., Wolfslehner B. Climate change guidelines for forest managers. Rome, *Food and Agriculture Organization of the United Nation*, 2003, no. 172, 123 p.

9. Arctic Climate Impact Assessment / Forests, Land management and Agriculture // Official website of ACIA / ACIA. Available at: <https://www.amap.no/documents/doc/arctic-arctic-climate-impact-assessment/796>. (accessed 19 October 2017).

10. Fourth assessment report, Climate Change / Working group II report: Impact, adaptation and vulnerability / Ecosystems, their properties, goods and services // Official website of IPCC / IPCC. Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg2/>. (accessed 20 October 2017).

11. van Vuuren D. P., Edmonds J. A., Kainuma M., Riahi K., Thomson K., Hibbard K., Hurtt G. C., Kram T., Krey V., Lamarque J-F., Masui T., Meinshausen M., Nakicenovic N., Smith S. J., Rose S. (2011). The representative concentration pathways: an overview // *Climatic Change*. 109. pp. 5–31.

### Сведения об авторах

*Константинов Артем Васильевич*, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: science@spb-niilh.ru

*Королева Татьяна Станиславна*, доктор физико-математических наук, ученый секретарь ФБУ «Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства» г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: koroleva@spb-niilh.ru

*Кушниц Елизавета Андреевна*, младший науч. сотр. сектора проблем изменения климата НИО мониторинга лесных экосистем отдела ФБУ «Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства» г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: elizavettta@mail.ru

*Торжков Иван Олегович*, начальник планово-экономического отдела ФБУ «Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства» г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: ivantorzhkov@gmail.com

### Information about authors

*Konstantinov Artem Vasilevich* – Federal State Budgetary Institution «Voyeykov Main geophysical Oservatory», PhD in Agriculture, Saint-Petersburg, Russian Federation; e-mail: science@spb-niilh.ru

*Koroleva Tatjana Stanislavna* – Saint Petersburg Forestry Research Institute, DSc in Physical and Mathematical Sciences Saint-Petersburg, Russian Federation; e-mail: koroleva@spb-niilh.ru

*Kushnir Elizaveta Andreevna* – Sciences Saint Petersburg Forestry Research Institute, post-graduate student of Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russian Federation; e-mail: elizavetta@mail.ru

*Torzhev Ivan Olegovich*, Employee Saint Petersburg Forestry Research Institute, post-graduate student of Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russian Federation; e-mail: ivantorzhkov@gmail.com

DOI: 10.12737/article\_5a3cec0ff06ad7.33007503

УДК 331.1

### ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРУДОВЫМИ РЕСУРСАМИ В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

доктор экономических наук, профессор **В. Ю. Лапшин**<sup>1</sup>  
доктор экономических наук, профессор **Е.А. Колесниченко**<sup>1</sup>  
кандидат экономических наук, доцент **И. М. Лапшина**<sup>1</sup>  
кандидат экономических наук, доцент **А.Ю. Шевяков**<sup>1</sup>

1- ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина», Тамбов,  
Российская Федерация

В статье раскрываются причины количественной и качественной деформации процесса воспроизводства трудовых ресурсов в регионах центральной России на примере Тамбовской области. Акцентируется внимание на масштабе и динамике данной деформации, являющейся главным отличием от существовавших ранее депопуляционных процессов. На основе анализа последствий структурных сдвигов, определяется целый спектр региональных проблем включающий: депопуляцию трудовых ресурсов, «суженное» воспроизводство, трудодефицитность, пространственную диспропорцию, «старение», «замещающую» миграцию, «утечку мозгов», деквалификацию, низкий уровень и качество жизни, деформированную отраслевую структуру экономики, неразвитое инфраструктурное обеспечение. В данном контексте выявляются угрозы безопасности для региональной хозяйственной системы, ориентированной практически исключительно на короткий период. В заключении делается вывод о необходимости оперативной разработки государственной антикризисной политики в данной сфере, базирующейся на комплексном подходе и включающей мероприятия по совершенствованию: рыночного механизма функционирования, основным генератором которого должен стать «инновационный драйв», инфраструктурного обеспечения, отношений в сфере общественного воспроизводства и на рынке труда, качества жизни основной массы населения, уровня социальной защищённости и др.

**Ключевые слова:** трудовой ресурс, управление, регион, угроза, экономическая безопасность, комплексный подход, региональная политика, устойчивое развитие