

Сведения об авторах:

Гуков Геннадий Викторович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный работник Высшей школы, академик МААО. Приморская государственная сельскохозяйственная академия (692510, Россия, Приморский край, г. Уссурийск, пр. Блюхера, 44, тел. 89089698803, e-mail: adelina.81@mail.ru).

Рейф Ольга Юрьевна аспирант кафедры лесоводства. Приморская государственная сельскохозяйственная академия (692510, Россия, Приморский край г. Уссурийск, пр. Блюхера, 44, тел. 89242386884, e-mail: adelina.81@mail.ru).

Information about the authors:

Gukov Gennady Victorovich – Doctor of Agriculture, Professor, Honored Worker of Higher School, Academician of IAAE. Primorskaya State Academy of Agriculture (44, Blyukher Avenue, Ussuriisk, 692500, Russian Federation, phone: 89089698803, e-mail: adelina.81@mail.ru).

Reif Olga Yurievna – Ph.D. Student, Department of Forestry. Primorskaya State Academy of Agriculture (44, Blyukher Avenue, Ussuriisk, 692500, Russian Federation, phone: 89242386884, e-mail: adelina.81@mail.ru).

УДК 630*114.31(571.63)

**ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ УЯЗВИМОСТИ И АДАПТАЦИЯ ЛЕСОВ
ПРИМОРСКОГО КРАЯ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА**

Д.Г. Замолодчиков

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Рассмотрены ретроспективные и прогнозные данные по динамике климата в Приморском крае, выявлены тенденции к росту среднегодовой температуры и снижению годовых сумм осадков. С использованием официальных данных инвентаризации лесов проведен анализ уязвимости лесного покрова края к наблюдаемым и прогнозируемым климатическим изменениям. Наиболее уязвимыми следует признать леса с доминированием ели и пихты, а также лесные насаждения в наименее влагообеспеченных формах рельефа. Предложены направления адаптации лесного хозяйства Приморского края к изменениям климата, связанные с усилением профилактики лесных пожаров и введением специальных норм управления уязвимыми насаждениями.

Ключевые слова: изменения климата, лесной покров, управление лесами, негативные воздействия, усыхание, лесные пожары, уязвимость, адаптация.

**POTENTIAL VULNERABILITY AND ADAPTATION OF WOODS OF PRIMORSKY
KRAI TO CLIMATE CHANGES**

Zamolodchikov D.G.

Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Moscow, Russian Federation

The retrospective and forecast data on the dynamics of climate in the Primorsky krai are considered. The trends towards the increase in mean annual temperature and decrease in annual precipitation are revealed. Within the use of the official data on the forest inventory, the analysis of vulnerability of forest cover of the region to the observed and projected climate changes was conducted. The forest dominated by spruce and fir, as well as forest plantations in the least moisture landforms should be recognized as the most vulnerable areas. The directions of adaptation of forestry of Primorsky krai to the changes in climate associated with the strengthening of the prevention of forest fires and the introduction of special rules for management of vulnerable plantings are proposed.

Key words: climate changes, forest cover, forest management, negative impact, shrinking,

forest fires, vulnerability, adaptation.

Глобальное потепление климата создает мощный пресс на природные экосистемы, в том числе на леса. Хотя на протяжении последних десятков тысяч лет имели место и более высокие по амплитуде колебания климата, современная ситуация имеет существенную специфику, в первую очередь связанную с мощным фоном прямого антропогенного воздействия. Масштабные рубки, конверсия лесов в сельскохозяйственные земли и обратно, техногенное загрязнение привели к появлению обширных площадей вторичного лесного покрова, характеризующегося высокой степенью фрагментации, обедненным видовым составом, доминированием одновозрастных древостоев. Эти черты повышают уязвимость лесов к климатическим изменениям. Задача сохранения и обеспечения устойчивого существования лесного покрова с необходимостью требует осуществления адаптационных мероприятий, содержанием которых может быть как усиление традиционных форм охраны лесов, так и разработка новых, климатически обусловленных нормативов управления лесным хозяйством.

Предметом настоящего исследования является характеристика климатических уязвимостей лесов Приморского края. При выполнении работы была использована обзорная информация из ряда официальных документов [3, 5, 6] и научных публикаций, а также результаты оригинальных обследований, осуществленных за время пребывания автора в Хасанском и Уссурийском р-нах в апреле и июле 2012 г.

Результаты и обсуждение. При наличии выраженного тренда к повышению средней глобальной температуры, составляющего 0.7°C за 100 лет [2], изменения климата обладают заметными региональными вариациями. Потому оценку уязвимости следует начать с характеристики ключевых климатических трендов, наблюдающихся и прогнозируемых в анализируемом регионе. Ретроспективная динамика среднегодовой температуры воздуха [10] на территории Приморского края (район Владивостока) представлена на рис. 1. Тренд к повышению температуры составил 1.6°C за 100 лет, что более чем в два раза превышает глобальную величину и на 0.2°C – среднюю по России. Следовательно, по зарегистрированным изменениям температуры Приморский край представляет собой одну из “горячих точек” России.

Причиной современного глобального потепления является рост концентраций парниковых газов атмосферы, в первую очередь CO_2 , за счет усиления их антропогенных выбросов. Данная причинная цепь существенно осложняет прогноз будущего потепления, поскольку он должен основываться на точном сценарии роста антропогенных эмиссий парниковых газов. Темпы роста (или сокращения) выбросов будут зависеть от эффективности будущих международных соглашений по сохранению климата, готовности национальных правительств ограничивать экономический рост ради улучшения экологической ситуации, технологических прорывов, наличия экономических кризисов и так далее. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) при подготовке четвертого оценочного доклада разработала

ряд сценариев эмиссий [2]. Эти сценарии были положены в основу прогноза климатических изменений по набору из 16 моделей глобальной циркуляции атмосферы [9].

На рис. 1 представлена прогнозная динамика температуры района Владивостока для мягкого (B1) и среднего (A1B) сценариев роста выбросов [9]. Тренд к росту температуры в XXI веке составит 2.2°C за 100 лет при сценарии B1 и 4.2°C за 100 лет при сценарии A1B. В последнем случае к 2100 г. среднегодовая температура района Владивостока превысит 8°C , что соответствует современным температурным условиям Сеула или Пекина [11]. Добавим, что за время, прошедшее с формирования сценариев выбросов МГЭИК, фактический рост глобальных эмиссий превышал даже самый жесткий из предложенных сценариев, потому темпы регионального потепления, скорее всего, в реальности будут еще выше.

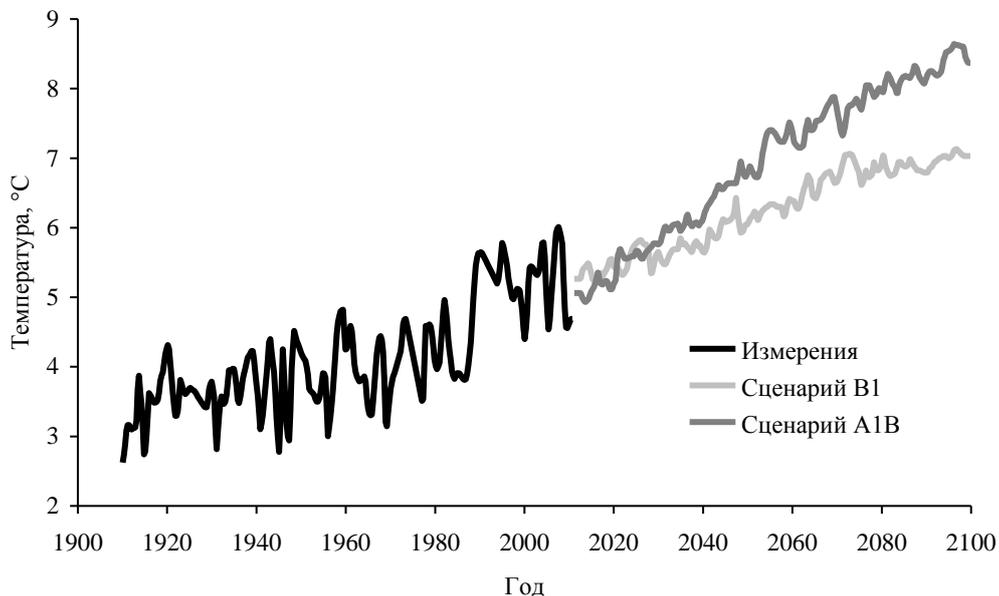


Рисунок 1 – Ретроспективная и прогнозная (для сценариев B1 и A1B) динамика среднегодовой температуры воздуха по району Владивостока [9, 10]

Вторым важнейшим климатическим фактором, определяющим состояние растительного покрова, является влажность. При одних и тех же величинах среднегодовых температур, но разных осадках регион может представлять собой дождевой тропический лес либо бесплодную пустыню. За последние 30 лет в Приморском крае наблюдался тренд к уменьшению количества осадков на 5% за 10 лет [6]. Эта тенденция внушает серьезные опасения, поскольку свидетельствует о мощной аридизации региона, способной уже в ближайшем будущем нанести ущерб как лесному, так и сельскому хозяйству региона.

Согласно нормативной схеме лесорастительного районирования, на территорию Приморского края приходится три лесорастительные зоны: таежная, хвойно-широколиственная и лесостепная (табл. 1). Наличие лесостепной зоны свидетельствует о присутствии на территории края так называемой южной границы лесного покрова, фактически представленной

мозаичной структурой лесных и безлесных участков. Климатические изменения с наибольшей очевидностью сказываются на границах ключевых типов растительного покрова. Как показано выше, для Приморья характерен устойчивый рост температуры воздуха при некотором снижении количества осадков. При дальнейшем развитии этих тенденций следует ожидать интенсификации процессов климатогенных усыханий лесных массивов, располагающихся в наименее влагообеспеченных формах рельефа, и расширения площадей травянистых типов растительного покрова. Явления климатогенного усыхания и сокращения площадей дубовых лесов ныне ярко выражены на южной границе леса Европейской части России [1, 8].

Таблица 1 – Распределение покрытой лесом площади Приморского края по лесным районам [3]

Лесной район	Покрытая лесом площадь	
	тыс. га	%
Дальневосточный таежный район	4138.7	32.3
Приамурско-Приморский хвойно-широколиственный район	8085.5	63.0
Дальневосточный лесостепной район	600.8	4.7
Всего по Приморскому краю	12825.0	100.0

Общая площадь покрытых лесом земель Приморского края составляет 12825.0 тыс. га, из которых 11426.0 тыс. га приходится на основные лесообразующие породы. Из основных лесообразующих пород (табл. 2) доминируют хвойные (55.4%), далее следуют твердолиственные (28.2%) и мягколиственные (16.4%). В возрастной структуре преобладают группы средневозрастных (33.7%) и спелых (30.4%).

Таблица 2 – Породно-возрастной состав насаждений основных лесообразующих пород Приморского края [3]

Древесные породы	Площадь по группам возраста, тыс. га					
	молодняки	средне-возрастные	приспевающие	спелые	перестойные	итого
Хвойные, в т.ч.	219.2	2063.6	1299	1933.1	810	6324.9
кедр	40.5	1229.7	653	231	2	2156.2
ель, пихта	70.9	452.8	453	1359.9	602.1	2938.7
лиственница	105.9	379.9	192.7	341.6	205.9	1226
Твердолиственные, в т.ч.	216.2	1157.1	498.5	956.7	397.1	3225.6
дуб	129.2	997.6	374.5	501.8	90.3	2093.4
ясень	14.5	72.6	63.3	127.6	37.5	315.5
ильм	4.1	21.4	14.4	60.9	27.5	128.3
береза каменная	68	63.4	44.6	264.2	241.6	681.8
Мягколиственные, в т.ч.	172.8	633.7	293.6	578.2	197.2	1875.5
береза белая	117.7	457.5	188.2	248.3	80.8	1092.5
осина	27.1	69.5	38.7	72.3	29.1	236.7

Рассматривая породно-возрастную структуру лесов Приморского края с точки зрения потенциальной уязвимости к климатическим изменениям, в первую очередь стоит обратить внимание на насаждения ели и пихты. Площадь лесов данных пород составляет 2938.7 тыс. га, причем 66.7% приходится на спелые и перестойные насаждения. В силу поверхностного типа корневой системы еловые и пихтовые леса оказываются крайне чувствительными к усилению сухости климата и повышению вероятности засух, что во многом объясняет масштабную деградацию темнохвойных лесов, развивающуюся в настоящее время по всей территории Евразии [1, 7]. Явления усыхания ели отмечаются и на Дальнем Востоке России [4].

Таблица 3 – Пожарное воздействие на леса Приморского края [3]

Показатель	Год						
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Общее число лесных пожаров в том числе по причинам:	699	295	137	222	166	352	579
сельскохозяйственные палы	119	28	5	13	13	81	272
по вине лесозаготовителей	7	2	-	-	-	-	-
по вине других организаций	5	1	3	2	-	-	-
от грозových разрядов	121	22	47	19	4	10	13
по вине населения	431	242	82	188	149	130	230
Пройденная пожарами площадь, га в том числе:	35775	11053	10737	11437	4088	47639	94612
низовыми	14780	9379	10548	10171	4088	45921	92250
верховыми	20469	1566	189	1266	-	1719	51
Сгорело и повреждено древесины, тыс. м ³	2559.2	253.4	57.6	159.8	20.9	1172.6	210.5

Основной причиной гибели лесов как в Приморском крае, так и в целом по России являются лесные пожары. За последние годы в Приморском крае наблюдается явная тенденция к увеличению пройденной огнем площади (табл. 3). В 2007-2009 гг. размеры пройденной огнем площади лесов края составили 48780 га, что в 4.4 раза превышает аналогичный показатель 2004-2006 гг. Имеются два фактора, объясняющие данную тенденцию. Во-первых, это уже упоминавшееся увеличение сухости климата, усиливающее суровость пожароопасного сезона. Во-вторых, последствия реформы управления лесным хозяйством, предписанной принятым в 2006 г. Лесным кодексом. Передача на региональный уровень ответственности по охране лесов привела к децентрализации усилий и недостаточному финансированию деятельности по борьбе с лесными пожарами. Впрочем, после катастрофических лесных пожаров в ряде областей Центральной России экстремально засушливым летом 2010 г. на федеральном уровне были предприняты действия по восстановлению межрегионального маневрирования силами пожарной охраны лесов.

Специфическим фактором развития природных пожаров на юге Приморского края является наличие значительных площадей травянистых экосистем,

накапливающих высокие запасы биомассы. В осенний период надземные органы трав усыхают и остаются на корню, создавая значительные запасы горючих материалов. В осенний и весенний периоды эти площади подвергаются выжиганию как при осуществлении сельскохозяйственных палов, так и в результате действий граждан.

Палы, первоначально возникшие на травянистых участках, распространяются на лесные массивы, в которых также присутствуют запасы горючих материалов в виде опавшей листвы и высохшего травянистого покрова. В 2003-2009 гг. по вине населения произошло 59.3% лесных пожаров, в результате сельскохозяйственных палов – 21.7%. Столь высокая доля пожаров по вине населения свидетельствует, что уровень экологической культуры в Приморском крае не высок. Однако это создает потенциал для осуществления адаптационных мероприятий посредством повышения информированности населения.

По результатам лесопатологического обследования Приморского края [5], площадь насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью составляет 251.9 тыс. га. На лесные пожары приходится 60% этой площади, на воздействие неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов – 37%. По неблагоприятным погодным условиям и почвенно-климатическим факторам негативные последствия отмечены на площади 92439.7 га, из которых 80364.6 га имели уровень усыхания 11-40%. Приведенная информация свидетельствует о значительном вкладе климатических факторов в процессы ослабления и усыхания лесов Приморского края.

Представленные данные свидетельствуют о том, что лесной покров Приморского края обладает высокой климатической уязвимостью в силу: 1) выраженного в регионе тренда к аридизации; 2) наличия границы лес-степь; 3) присутствия большой доли лесов из ели и пихты; 4) высокого “базового” уровня лесных пожаров, зачастую возникающих по причинам экологической безграмотности населения. Отсюда вытекает два направления возможных адаптационных действий, одно из которых связано с повышением информированности населения, другое – с введением климатической мотивации в деятельность органов управления лесами и арендаторов.

В отношении потенциала адаптационных мероприятий наиболее очевидной формой деятельности на муниципальном уровне представляется организация профилактических действий в отношении лесных и других видов природных пожаров. Следует организовать постоянную информационную кампанию, включающую средства наглядной агитации на улицах, остановках общественного транспорта, в торгово-развлекательных центрах. информационных роликов на региональном телевидении и т. д. Информационное содержание кампании должно складываться из двух компонентов: 1) негативные экологические последствия природных пожаров для лесов и травяных экосистем Приморского края, 2) усиление негативных последствий в связи с глобальным потеплением. а также иссушением регионального климата.

В крае имеется целевая аудитория для противопожарной информационной кампании, представленная собственниками земель сельскохозяйственного назначения и лицами, занятыми в сельском хозяйстве. В этой аудитории

необходима разъяснительная работа (в форме семинаров или совещаний) по опасности неконтролируемого осуществления сельскохозяйственных палов, распространение инструкций по безопасному осуществлению палов, включающих описание профилактической подготовки препятствий для распространения огня на лесные массивы, учета направления и силы ветра и т. д.

Осуществление адаптационных мероприятий по предотвращению прямого воздействия климатических изменений возможно во взаимодействии с органами управления лесным хозяйством и арендаторами лесных участков. На первом этапе необходимо осуществить детальную характеристику “климатической неустойчивости” существующих лесных насаждений, принимая во внимание существующую информацию лесоустройства и лесопатологических обследований. Повторим, что наибольшей климатической уязвимостью обладают одновозрастные спелые насаждения ели и пихты, а также насаждения дуба в наименее влагообеспеченных формах рельефа. В отношении климатически уязвимых лесных насаждений в первую очередь должны применяться рубки, реконструкции и переформирования, безусловно, назначаемые с учетом задач сохранения биоразнообразия.

Выводы. 1. При всей выраженности, а во многих регионах России и потенциальной опасности изменений климата, приходится констатировать, что климатической компоненте до сих пор не придается никакого практического значения в управлении лесным хозяйством России.

2. Необходимо создание на примере Приморского края системы управления лесами с учетом изменений климата, включающей взаимодействие органов управления лесами, арендаторов, научных и неправительственных организаций, и это является перспективным и значимым в масштабах страны делом.

Работа выполнена при поддержке ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” на 2009-2013 гг. (соглашение № 8107).

Список литературы

1. *Замолодчиков Д.Г.* Оценка климатогенных изменений разнообразия древесных пород по данным учетов лесного фонда / *Д.Г. Замолодчиков* // Успехи современной биологии. - 2011. - Т. 131. - № 4. - С. 382-392.
2. Изменение климата, 2007 г. Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в четвертый доклад об оценке Межправительственной группы по изменению климата / Ред. *Пачаури Р.К., Райзингер А.* - Женева: МГЭИК, 2007. - 104 с.
3. Лесной план Приморского края на 2009-2018 гг. (с изменениями и дополнениями). Кн. 1. - Владивосток-Хабаровск, 2010. - 252 с.
4. *Манько Ю.И.* Усыхание ели в свете глобального ухудшения темнохвойных лесов / *Ю.И. Манько, Г.А. Гладкова* - Владивосток: Дальнаука, 2001. - 228 с.
5. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Приморского края за 2009 г. Владивосток: Центр защиты леса Приморского края, 2010.
6. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации - М.: Росгидромет, 2008. - Т. 1. - 227 с. - Т. 2. - 288 с.
7. Усыхающие ельники Архангельской области, проблемы и пути их решения. Сборник. Архангельск: Департамент лесного комплекса Архангельской области, 2007. - 119 с.
8. *Яковлев А.С.* Дубравы Среднего Поволжья / *А.С. Яковлев, И.А. Яковлев* - Йошкар-Ола, Марийск. гос. техн. ун-т, 1999. 351 с.
9. http://www.engr.scu.edu/~emaurer/global_data/ (Дата обращения: 22.09.2012).

10. <http://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/ghcn-gridded-products.php> (Дата обращения: 22.09.2012).
11. <http://www.climate-charts.com/World-Climate-Maps.html#temperature> (Дата обращения: 22.09.2012).

References

1. Zamolodchikov D.G. *Ocenka klimatogennykh izmenenij raznoobrazija drevesnykh porod po dannym uchetov lesnogo fonda* [Assessment of climate-gene changes in wood diversity according to the data of forest fund]. *Biology Bulletin Reviews* [Successes of Modern Biology]. 2012, vol. 2, no. 2, pp. 154–163.
2. *Izmenenie klimata, 2007 g. Obobshhajushhij doklad. Vklad rabochih grupp I, II i III v chetvertyj doklad ob ocenke Mezhpripravitel'svennoj gruppy po izmeneniju klimata* [Climate change, 2007. Generalized report. Contribution of working groups I, II and III in the fourth report about the assessment of Intergovernmental group in climate change]. Geneva, 2007, 104 p.
3. *Lesnoj plan Primorskogo kraja na 2009-2018 gg. (s izmenenijami i dopolnenijami)* [Forest plan of Primorsky kray for 2009-2018 (with the changes and addition)]. Vladivostok-Khabarovsk, 2010, 252 p.
4. Man'ko Yu.I., Gladkova G.A. *Usyhanie eli v svete global'nogo uhudsheniya temnohojnykh lesov* [Drying of spruce in terms of global deterioration of dark coniferous forest]. Vladivostok, 2001. 228 p.
5. *Obzor sanitarnogo i lesopatologicheskogo sostoyaniya lesov Primorskogo kraja za 2009 god* [Review of the sanitary and pathological state of forests of Primorsky Krai for 2006]. Vladivostok, 2010.
6. *Otsenochnyi doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossijskoi Federatsii* [Assessment report on climate change and its consequences in the Russian Federation]. Moscow, 2008, vol. 1, 227 p., vol. 2, 288 p.
7. *Usykhayushchie elniki Arkhangel'skoi oblasti: problemy i puti ih reshenia* [Drying of spruce forests of Arkhangel'sk region: problems and ways to solve it]. Arkhangel'sk, 2007, 119 p.
8. Yakovlev A.S., Yakovlev I.A. *Dubravyy Srednego Povolzhya* [Oak forest of Middle Volga region]. Ioshkar Ola, 1999, 351 p.
9. http://www.engr.scu.edu/~emaurer/global_data/ (Accessed: 22.09.2012).
10. <http://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/ghcn-gridded-products.php> (Accessed: 22.09.2012).
11. <http://www.climate-charts.com/World-Climate-Maps.html#temperature> (Accessed: 22.09.2012).

Сведения об авторе:

Замолодчиков Дмитрий Геннадьевич – доктор биологических наук, заведующий кафедрой общей экологии биологического факультета. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (119991, Россия, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ, д. 1, стр. 12, тел. 8(495)9395254, e-mail dzamolod@cepl.rssi.ru).

Information about the author:

Zamolodchikov Dmitry Gennadievich – Doctor of Biology, Head of Department of General Ecology, Faculty of Biology. Moscow State University named after M.V. Lomonosov (12/1, Leninsky Mountains, Moscow, 119991, Russian Federation, phone: 8(495)9395254, e-mail dzamolod@cepl.rssi.ru).