

ДИНАМИКА ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЗАПАДА ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ

Исаченко Г.А.

*Санкт-Петербургский государственный университет
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, greg.isachenko@gmail.com*

Исследуются процессы в таежных ландшафтах западной части Европейской территории России, обусловленные изменениями климата за последние десятилетия. В отличие от предшествующих работ, которые рассматривали в основном реакцию различных компонентов ландшафтов на изменения климата, поставлена задача оценить интегральный эффект климатических изменений, включая сдвиг границ ландшафтных зон и подзон.

Рассматриваются результаты наблюдений (1991-2019 гг.) на 75 постоянных пробных площадях, заложенных вблизи Приладожской учебно-научной станции Санкт-Петербургского университета (150 км к северу от Санкт-Петербурга), и на 12 особо охраняемых природных территориях Санкт-Петербурга (подзоны средней и южной тайги Восточной Европы).

Анализ данных мониторинга ландшафтов за период 10-28 лет показывает разнообразие процессов, связанных как с природными факторами, так и с «наложением» различных антропогенных воздействий.

Климатические изменения, по-видимому, проявляются в замедлении характерной для европейской тайги «экспансии» ели (*Picea abies*) и вытеснения ею других древесных пород (сосны, березы, осины). Во многих ландшафтных местоположениях с заметной долей ели в древостоях снижаются приросты запасов стволовой древесины, увеличивается доля ослабленных деревьев ели (в том числе пораженных различными заболеваниями), расширяется площадь массовых вывалов ели.

В связи с потеплением холодного периода года в лесах почти всех ландшафтных местоположений южной тайги все более заметно участие широколиственных пород, особенно дуба черешчатого (*Quercus robur*), который присутствует в подросте и местами начинает входить в состав древостоев.

Ключевые слова: таежные ландшафты, Европейская часть России, изменения климата, многолетняя динамика древостоев, постоянные пробные площади.

DYNAMICS OF TAIGA LANDSCAPES OF THE WESTERN EUROPEAN RUSSIA IN RECENT DECADES

Isachenko Gr.A.

*Saint-Petersburg State University
Saint-Petersburg, Russian Federation, greg.isachenko@gmail.com*

The processes in the boreal landscapes of the western part of the European territory of Russia, caused by climate change over the past decades, are investigated. Unlike previous studies on this problem, which mainly considered the reaction of various components and elements of landscapes to climate change, it is proposed to investigate the integral effect of climate change, including shift of geographic zonal and sub-zonal borders.

The results of observations (1991-2019 years) on 75 permanent key plots, founded near Priladozhskaya educational-scientific field station of St. Petersburg University (150 km North of St. Petersburg), and on 12 natural protected areas of St. Petersburg (sub-zones of middle and southern taiga of the Eastern Europe) are analyzed.

Analysis of landscape monitoring data for the period 10-28 years shows the diversity of processes related to both natural factors and the "superposition" of various anthropogenic impacts.

Apparently due to climate change the "expansion" of spruce (*Picea abies*) and replacement of other species (pine (*Pinus sylvestris*), birch (*Betula pendula*), aspen (*Populus tremula*)) by spruce are slowed down: reduction of annual growth of spruce stands, increasing the share of damaged trees (including the affected with various diseases), mass fall-outs of spruce trees are observed.

Due to the warming of the cold period of the year in the forests of almost all landscape sites of southern taiga the participation of broad-leaved trees is becoming increasingly more visible, especially oak (*Quercus robur*), which is present in the young growth and somewhere starts to become part of the forest stand.

Key words: Boreal landscapes; European part of Russia; dynamics; climate change; long-term forest stand dynamics; permanent key plots.

Таежные (бореальные) ландшафты – наиболее распространенные в Евразии; они занимают более половины площади Российской Федерации. В Европейской России

представлены три подзоны тайги: северная, средняя и южная. Наиболее освоена и заселена тайга западной части Европейской России, расположенная в пределах Балтийского кристаллического щита и северо-западной окраины Восточно-Европейской плиты. Эти регионы в последние десятилетия испытали существенные изменения климата, которые проявляются в увеличении средних месячных температур воздуха (в особенности в зимний период), уменьшении периода со снежным покровом, увеличении годовых сумм осадков и т.д. Изменения климата накладываются на процессы многолетней динамики, связанные с рядом других природных факторов (неотектонические движения, торфонакопление и др.) и последствия масштабных антропогенных воздействий (рубка леса, осушительная мелиорация, сельскохозяйственное использование, торфоразработки и др.). Интегральные эффекты этих изменений сопоставимы по своей скорости с продолжительностью жизни одного-двух поколений людей и охватывают обширные территории.

Изучение воздействия изменений климата (обычно трактуемых как глобальное потепление) на экосистемы бореальных лесов проводится, начиная с конца XX в., в США, Канаде, Швеции, Финляндии и других странах. Часть работ рассматривают проблему в глобальном масштабе [1, 2 и др.], другие исследования имеют региональный охват. Большинство этих работ имеет выраженный акцент на изучение древостоев, слабо учитывают динамику других компонентов и элементов ландшафтов (включая почвенный покров) и дифференциацию процессов в древостоях в зависимости от ландшафтных условий. Практически не анализируются различия в отклике на изменения климата между различными подзонами тайги.

В работах отечественных ландшафтоведов и геоботаников вопросам зональной дифференциации бореальных ландшафтов уделяется большее внимание; однако критерии деления тайги на подзоны неоднозначны и нередко служат объектом дискуссий. Наиболее распространена точка зрения о том, что подзональная дифференциация выражена во всех типах таежных лесов, и от северной подзоны к южной происходят следующие изменения: увеличивается сомкнутость древостоев; увеличивается средняя высота деревьев и производительность древостоев; изменяется структура и обогащается видовой состав почвенного покрова (в направлении от преобладания мхов, лишайников и гипоарктических кустарничков к возрастанию роли бореального разнотравья); в южной подзоне тайги Восточной Европы, Западной Сибири и Дальнего Востока появляются широколиственные породы деревьев [3]. В целом можно отметить, что ландшафтоведы склонны к проведению границ подзон тайги как более целостных образований, подразумевая существование между ними переходных полос шириной в десятки километров. Геоботанический подход к выделению подзон более дискретен: нередко в пределах сообществ растительности одной подзоны на картах выделяют контура, относящиеся к растительности более северной или более южной подзоны. Поэтому изучение таких интегральных эффектов изменений климата, как сдвиги зональных и подзональных границ, требует установления четких критериев последних.

Вопросы динамики зональных бореальных ландшафтов Европейской России под влиянием изменений климата почти не рассматриваются в отечественной литературе; наибольшая часть публикаций по воздействию изменений климата на бореальные леса принадлежит специалистам по лесоводству и лесному хозяйству и касается в основном процессов в древостоях. Из работ, рассматривающих интегральные ландшафтные эффекты климатических смен, следует назвать монографию Э.Г.Коломыца [4]. В Сибири уделяется большое внимание изучению влияния изменений климата на структуру лесного покрова, фенологию, циклы семеношения, вспышки массового размножения насекомых в лесах, частоту пожаров. Однако в большинстве работ по динамике лесов Урала и Сибири вопросы изменения зональных границ таежной зоны рассматриваются косвенно либо не рассматриваются вообще.

Изучение многолетнего «отклика» таежных ландшафтов на изменения климата проводится различными методами, но первостепенное значение имеют прямые наблюдения процессов на пробных площадях. Для изучения процессов в ландшафтных условиях, близких к эталонным, наиболее подходят особо охраняемые природные территории (ООПТ). В 1991 -1992 г. были заложены постоянные пробные площади (ППП) вблизи Приладожской учебно-научной базы Санкт-Петербургского университета, расположенной в 150 км севернее С.-Петербурга, в грядово-ложбинном ландшафте Северо-Западного Приладожья, на южной окраине Балтийского кристаллического щита и контакте средней и южной подзон тайги. Эта территория входит в состав проектируемого комплексного заказника «Кузнечное» (Ленинградская обл.). В настоящее время наблюдения проводятся на 20 репрезентативных ППП размером от 70 до 2500 м².

С 2006 г. проводится мониторинг природных комплексов ООПТ Санкт-Петербурга. К 2019 г. в пределах 12 ООПТ С.-Петербурга было заложено 55 ППП размером от 100 до 2500 м² в различных типах ландшафтов: на ледниково-озерных и морских песчаных равнинах разной степени увлажнения, камовых холмах, болотах (торфяниках), в том числе осушенных, в береговой полосе Финского залива и др. Сложившаяся сеть ППП отражает разнообразие ландшафтов и растительных сообществ на территории С.-Петербурга, расположенного в южной подзоне тайги в пределах шести ландшафтных районов – от сильно заболоченной Приневской низины до высокого Ижорского плато, сложенного ордовикскими известняками.

Мониторинг предусматривает регулярные (периодичность от 1 раза в год до 1 раза в 5 лет) наблюдения на ППП. Основные задачи мониторинга: 1) изучение естественной динамики ландшафтов; для этой цели ППП закладываются в природных территориальных комплексах, наименее нарушенных антропогенными воздействиями, либо там, где влияние прошлых воздействий практически не проявляется; 2) изучение последствий антропогенных воздействий; для этого выбираются такие ППП, где конкретное воздействие (например, осушительная мелиорация) наиболее выражено и это воздействие можно точно датировать.

Анализ данных мониторинга ландшафтов южной и средней тайги Европейской России за периоды 10-28 лет показывает разнообразие процессов, связанных как с природными факторами, так и с «наложением» различных антропогенных воздействий [5, 6]. Так, повсеместно выражен процесс формирования древостоев различного состава (преимущественно мелколиственных) на заброшенных в разное время сельскохозяйственных угодьях.

Климатические изменения, по-видимому, проявляются в замедлении характерной для европейской тайги «экспансии» ели и вытеснения ею других пород (сосны, березы, осины). Так, во многих ландшафтных местоположениях с заметной долей ели в древостоях снижаются приросты запасов стволовой древесины, увеличивается доля ослабленных деревьев ели (в том числе пораженных различными заболеваниями), расширяется площадь массовых вывалов ели. Причины ослабления роли ели в лесных сообществах многообразны (влияние ветровалов, активизация корневой губки, инвазии насекомых-ксилофагов), но общим фактором следует считать ухудшение состояния популяции ели на Восточно-Европейской равнине в связи с климатическими изменениями (уменьшение увлажнения).

В связи с потеплением холодного периода года в лесах почти всех ландшафтных местоположений южной тайги все более заметно участие широколиственных пород, особенно дуба черешчатого, который присутствует в подросте и местами начинает входить в состав древостоев. В некоторых видах местоположений с более богатыми почвами (например, в пределах нижней террасы Финского залива), широколиственные породы деревьев (дуб, липа мелколистная, клен платановидный, ясень обыкновенный) существенно увеличили свою долю в запасе древостоя. Подрост дуба за последние 10-20 лет зафиксирован на заболоченных равнинах с маломощным торфом к северу от Санкт-

Петербурга и даже на склонах и вершинах гранитных гряд Северо-Западного Приладожья, где дуб продвинулся севернее прежней границы ареала.

В условиях смягчения климата при потеплении нет никаких признаков «угасания» неморальных элементов в травяном покрове и кустарниковом ярусе, которое фиксировалось в разные периоды голоцена. По данным наших исследований на всех ППП, где в состав напочвенного покрова входят неморальные травы, за период наблюдений их роль в растительном покрове не изменилась, а в некоторых случаях и усилилась.

Данные о тенденциях многолетней динамики ландшафтов, полученные в ходе наблюдений на постоянных пробных площадях, верифицируются при анализе результатов маршрутных наблюдений и дистанционных материалов, что позволяет установить ряды смены многолетних состояний растительного покрова для многих типов ландшафтных местоположений. Полученные выводы могут быть экстраполированы на основные типы южно-таежных и среднетаежных ландшафтов западной части Европейской равнины. Они используются также для разработки ландшафтно-динамических сценариев и планов управления ООПТ Санкт-Петербурга других регионов.

Исследования, положенные в основу настоящей статьи, выполнены при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) № 19-05-01003.

Библиографические ссылки

1. Boreal Forests and Global Change. Eds: M.J.Apps, D.T.Price, J. Wishniewski. Springer-Science+Business-Media B.V. 1995. P. 556.
2. Bonan, G. B. Forests and climate change: Forcings, feedbacks and climate benefits of forests. Science. 2008. Vol. 320:5882, p. 1444-1449.
3. Исаченко А. Г. Ландшафты СССР. Л.: Изд. Ленингр. ун-та, 1985. С. 320.
4. Коломыц Э. Г. Бореальный экотон и географическая зональность. М.: Наука, 2005. С. 392.
5. Исаченко Г.А. Многолетняя динамика ландшафтов северо-западного Приладожья по данным стационарных наблюдений // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2018. Т. 63, вып. 1. С. 3-21.
6. Исаченко Г. А., Волкова Е. А., Храпцов В. Н. Динамика лесных ландшафтов СПб по данным мониторинга особо охраняемых природных территорий// Известия РГО. 2018. Т. 150, вып. 1. С. 19-43.