

## **ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛЕСОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ РОССИИ**

### **Введение**

В условиях европейской части таежной зоны России лесной покров подвергается (подвергался) воздействию различных по видам и масштабам антропогенных факторов. По значимости воздействия (в порядке убывания) их приблизительно можно расположить следующим образом: 1) сплошные концентрированные рубки (широко практиковавшихся с 30-х по 60-х гг. XX века); 2) сплошные широко- и узколесосечные рубки (современный способ лесозаготовок); 3) несплошные, главным образом, выборочные рубки самой различной интенсивности (ведутся на протяжении 3-4 последних столетий); 4) подсечно-огневая система обработки лесных земель (широко применялась на протяжении нескольких столетий вплоть до конца XIX века) и сопутствующие ей пожары; 5) «отчуждение» лесных земель под постоянно действующие аграрные угодья (процесс принял обратный оборот в последние десятилетия), промышленное и гражданское строительство, коммуникационные системы (дороги, линии электропередач, трубопроводы) и др.; 6) гидролесомелиорация (широкомасштабные работы были произведены в основном в 60-80 гг. и полностью прекращены к середине 90-гг. XX века); 7) другие - промышленное загрязнение и рекреационные нагрузки (имеют локальный характер), подсочка леса (прекращена к началу 90-х гг. XX века).

На подавляющей части таежных территорий трансформация лесов с начала антропогенного воздействия определяется рубками, которые на определенное время полностью или частично разрушают лесную среду со всеми последствиями. За последние 50 лет только в наиболее крупных многолесных таежных регионах европейской части России (Республика Карелия, Архангельская область и Республика Коми) сплошные рубки леса были произведены на площади порядка 15 млн га. В Карелии с наиболее интенсивным лесопользованием на фоне европейской части таежной зоны России, за вторую половину XX века было заготовлено приблизительно 600 млн.м<sup>3</sup> древесины. По ориентировочным расчетам было вырублено порядка 6 млн га лесов или не менее 2/3 (!!!) покрытой лесом площади. Максимум объемов рубок пришелся на 60-80 гг. XX века.

Возможные экологические и хозяйственные последствия антропогенного преобразования лесов очень разноплановы – от изменения микроклиматических условий до трансформации флористических и фаунистических комплексов. Значения основных четырех параметров лесного покрова определяют все эти последствия. Это лесистость, состав, продуктивность и возраст лесов, в том числе в связи с ландшафтными особенностями территории. При планировании лесопользования необходимо избежать или свести к минимуму:

- Исчезновение или деградацию популяций редких и уязвимых к антропогенным воздействиям видов животных и растений;
- Разрушение или трансформацию уникальных, редких и ценных природных объектов (мест локализации популяций видов растений, занесенных в Красные книги, самых высоких по продуктивности – эталонных древостоев, периферийных частей ООПТ и т.д.);
- Ухудшение рекреационных качеств ландшафта и утраты отдельных наиболее ценных в этом отношении участков;
- Необратимость процесса вторичного заболачивания на вырубках;
- Ухудшение качества вод в водоемах и водотоках;
- Сокращение численности охотничьих животных и птиц
- и другого.

Последствия антропогенной трансформации разнообразия биоты в данных материалах затрагиваются фрагментарно и подробно рассмотрены нами ранее (Громцев и др., 2010).

**Регион и его общие особенности.** В административном отношении это Мурманская область, Республика Карелия и Ленинградская область (использованы для удобства при оперировании официальными статистическими данными), а также обширные сопредельные территории со сходной ландшафтной структурой. Общая площадь, включая части акваторий крупнейших озер (Ладожское и Онежское), также двух морей (Белого и Балтийского) – 42.6 млн га. Она сопоставима с территориями

крупнейших европейских стран. Государственный лесной фонд (ГЛФ)- 30.1 млн га. В Мурманской области он составляет 66% площади региона (без пастбищ для оленеводства - 20%), в Карелии - свыше 80% (без водного фонда почти 95%); в Ленинградской области - 66%, остальное в основном урбанизированные территории и аграрные земли (не считая район С.-Петербурга как субъекта РФ). В регионе покрытая лесом площадь - 19.2 млн га. Объем заготовки древесины (в последние годы) - свыше 15 млн куб. м. Территория находится в пределах двух крупнейших физико-географических стран Европы – Фенноскандинавского щита и Русской (Восточно-Европейской) равнины. Они совершенно отличаются по всему комплексу лесорастительных параметров. Это очень разнообразная по природным особенностям территория на фоне всей европейской части таежной зоны России. Присутствующие здесь типы географического ландшафта занимают до 60% площади этой части страны. Так, в Карелии и сопредельных территориях выделено 15 средне- и 17 северотаежных типов (Громцев, 2008).

**Материалы и методы.** Они подробно представлены в наших последних публикациях (Громцев, 2008; Громцев и др., 2012). В целом исследования лесов строились на ландшафтно-типологической основе, имеющей следующие исключительные преимущества:

- При дифференциации лесного покрова по самым различным параметрам является четкая территориальная привязка любого из их значений. При этом последующее районирование проводится по природным границам, остающимся неизменными на протяжении многих столетий. Под ресурсную, хозяйственную и экологическую характеристику таежных лесов закладывается постоянная основа, дающая возможность осуществлять полноценный мониторинг и делать обоснованный прогноз состояния лесного покрова в тех или иных аспектах.

- Многие ресурсы, функции и качества таежных экосистем могут быть в полной мере выявлены и оценены только на ландшафтном уровне (средозащитные и средообразующие функции лесного покрова, рекреационные качества территории, численность и плотность населения охотничьих животных, репрезентативность действующих и планируемых ООПТ и другое).

- Разработанная ландшафтная карта позволяет с высокой степенью надежности экстраполировать любые данные, полученные на заранее определенном и ограниченном числе экспериментальных объектов, на любую часть таежной территории, исходя из ее ландшафтной структуры.

**Результаты и обсуждение.** Было выделено четыре основных сценария хозяйственного освоения таежной территории (с условным названием): 1) «аграрный» (с образованием агролесных комплексов); 2) «лесопромышленный» (с формированием массивов производных лесов на месте вырубок коренных); 3) «комбинированный» (с формированием мозаичного лесного покрова после несколько видов воздействия в различных пропорциях и в разное историческое время); 4) «пригородный» (сочетающим признаки первого и третьего сценария – пригородные территории).

Для условий северо-запада таежной зоны России подробно охарактеризованы происхождение, структура и спонтанная динамика основных ландшафтных эталонов коренных лесов (Громцев, 2002, 2008 и др.). Далее рассмотрим основные изменения лесного покрова в результате деятельности человека.

*Лесистость.* Площадь лесов к настоящему времени сократилась лишь за счет «отчуждения» лесных земель для сельского хозяйства, промышленного и гражданского строительства, транспортной инфраструктуры и т.п. Сокращения покрытой лесом площади в результате рубок не происходило и не происходит вообще в связи с успешным естественным возобновлением древесной растительности. Лесной покров, лесная среда, лесные ландшафты в том или ином виде восстанавливаются. Нет оснований прогнозировать какие-либо существенные изменения ситуации и в будущем. Так, в Карелии за последние 50 лет при изменении общей площади ГЛФ с 14.1 до 14.9 млн. га лесистость даже увеличилась приблизительно на 10%. Это происходило за счет: а) облесения осушенных болот и заброшенных сельхозугодий; б) изменения нормативов для отнесения земель к категории «покрытые лесом». В этот период лесистость варьировала в незначительных пределах (46-53%) и уменьшалась в связи с накоплением фонда необлесившихся вырубок в годы пика лесозаготовок (до 10% от площади ГЛФ и 16% от лесной площади в 1966 году – максимум лесозаготовок). В других таежных регионах аналогичная ситуация. Впрочем, установлены некоторые категории ландшафтов, где естественный лесовозобновительный процесс может затягиваться на десятилетия или даже на неопределенное время (Громцев, 2001).

*Состав лесного покрова.* При лесоинвентаризации для каждого участка определяется по доминированию лесообразующей породы (объему стволовой массы) в составе или соотношению

количества их экземпляров в молодняках. Существуют значительные расхождения при определении состава по биологическим и хозяйственным критериям (при втором подходе к хвойным лесам могут быть отнесены лиственные). Например, молодняк состава 7Б2Е1С при назначении рубок ухода считался ельником. Это значительно затушевывает действительный состав современных лесов.

Например, по данным официальной лесной статистики площадь хвойных лесов, например, в Карелии за последние 60 лет не изменилась, несмотря на то, что было вырублено их 2/3. Она варьировала в пределах 87-91% (88% в к 2012 г.). Значительно не менялось и соотношение площади сосновых и еловых лесов: сосняков варьировала в пределах 59-65% (к 2012 г. – 65%), ельников 23-29% (23%). Аналогичная ситуация в других таежных регионах европейской части России. Однако это не соответствует действительности. Исключение - северотаежная подзона (северная часть Карелии и Мурманская область). Здесь в целом происходит восстановление первичного состава естественным путем вследствие жестких, а на северных пределах лесной зоны экстремальных для существования лесной растительности климатических и почвенных условий.

В количественном измерении изменение состава лесов с начала их освоения (за последние столетия) оценить весьма сложно по следующим причинам. Во-первых, до начала четверти XIX века включительно отсутствуют какие-либо сводки количественных данных о лесах в этом отношении на уровне административных регионов. Во-вторых, нормативы определения доминирующей породы в древостоях периодически изменялись, поэтому для сравнительной оценки необходима тщательная коррекция материалов для сопоставимости. Провести такую работу можно только на уровне отдельных территорий, в том числе ландшафтных контуров.

На северо-западе таежной зоны России в пределах средне- и южнотаежной подзон (южнее широты г. Медвежьегорск) произошла широкомасштабная смена лесов с абсолютным доминированием хвойных пород лиственными и хвойно-лиственными. Этот процесс углубляется и в настоящее время. Масштабы и тенденции изменения состава лесов четко обусловлены ландшафтной структурой таежных территорий. В одних типах ландшафта происходит его глубокая трансформация (за последние 150 лет площадь сосняков необратимо сократилась на 60%), других не происходит существенных изменений, третьи занимают различное промежуточное положение. Практически тотальная смена ельников лиственными древостоями обычно обратима, т.е. доминирование ели восстанавливается естественным путем (через стадию подроста – второго яруса этой породы) в среднем за пределами 100-летнего периода после рубки. По нашим данным леса этой части региона уже к 40-ым годам XIX века были далеки от своего первозданного облика. Таким образом, общие масштабы изменения состава лесов с начала их промышленного освоения (250-300 лет назад) несомненно больше, чем за последние десятилетия. Ель в целом удерживает свои позиции. С учетом ландшафтной структуры среднетаежной подзоны северо-запада России можно утверждать, что здесь не менее 1/3 коренных сосняков сменились еловыми и лиственными лесами в результате антропогенного воздействия на лесной покров. Это хорошо согласуется с данными других исследователей. Так, О.И. Суружа (1910) даже в начале XX века, относил леса Олонецкой губернии к северной группе, где еловые древостои составляли лишь 50% от площади сосновых. Он же отмечал «Безусловное преобладание сосновых насаждений в Олонецкой губернии». В настоящее время площади сосновых и еловых лесов в пределах бывшей Олонецкой губернии (с частью Ленинградской, Вологодской и Архангельской областей) приблизительно равны. Однако с учетом того, что в большинстве лиственных фитоценозов идет интенсивная смена елью с перспективой их превращения за пределами 100-летнего возраста в ельники, последние являются преобладающей растительной формацией.

Основные изменения состава лесов произошли в период с 30-х до 80-х гг. XX века, когда объемы рубок стремительно нарастали (за исключением военного периода). Так, в Карелии с 90-х гг. происходил резкий спад (1966 г. – почти 20 млн.куб.м, в 2012 г. - менее 6). За это время по нашим расчетам площадь сосняков в среднетаежной подзоне Карелии сократилась не менее чем на 20%, а не на 9% (как это следует из итоговых материалов лесоустройства). При этом не учтены значительно возросшая «формальная» площадь лесных культур, что значительно затушевывает действительный состав современных лесов.

Изменения лесного покрова по составу вызывает и адекватные изменения флористических и фаунистических комплексов (Громцев и др., 2010 и др.). В целом на северо-западе таежной зоны России выделяются три основные категории географических ландшафтов: 1) с глубокими и длительнообратимыми изменениями разнообразия лесных сообществ и сопутствующим этому резкому изменению разнообразия флоры и фауны; 2) стабильные в этом отношении или

восстанавливающие естественным путем статус близкий к исходному; 3) с различными промежуточными вариациями. Наиболее ценными и важными для сохранения разнообразия лесной биоты являются типы лесных сообществ с экологическими нишами для стенобионтных (узкоспециализированных) видов.

На северо-западе таежной зоны России проявляется вполне очевидная закономерность. По мере продвижения на север снижаются до минимума масштабы смен лесообразующих видов. Фактически в меридиональном направлении увеличивается способность лесного покрова после рубок восстанавливаться естественным путем до состояния близкого к исходному и, соответственно, уменьшается вероятность утраты разнообразия видов и растительных сообществ. Обязательным условием стабильности ситуации является широкое использование и поддержание высокой естественной «регенеративной» способности таежных экосистем. В первую очередь, это повсеместная ориентация на высокоэффективные традиционные меры содействия естественному возобновлению.

*Продуктивность лесов.* Корректное сравнение и оценка продуктивности коренных и производных лесов возможны только на уровне типа местообитания и модельных участков. Такое сравнение в пределах отдельных таежных регионов или подзон тайги (по принципу «что было - что стало»), по крайней мере, некорректно. Это обусловлено мозаичностью лесного покрова, находящегося на самых разных стадиях антропогенной динамики, в условиях разных сценариев лесопользования - даже в пределах разных контуров одного типа ландшафта.

В массивах коренных лесов продуктивность отдельных древостоев в пределах типа местообитания варьирует в широких пределах, может отличаться в разы. Это зависит от того, на какой стадии сукцессии находится лесное сообщество. В идеальном варианте надо рассчитывать средневзвешенную продуктивность, исходя из различного соотношения площади лесных сообществ с разным запасом древесины. Такие данные фрагментарны и к настоящему времени в регионе уже не восстановить строение большинства типов таежного ландшафта в этом отношении (лесной покров трансформирован).

В целом установлено, что массивы производных сосняков, успешно возобновившиеся на вырубках, особенно паловых, по продуктивности существенно не отличаются от массивов коренных одновозрастных сосняков. В коренных ельниках черничных после 500-летнего цикла развития запас составляет около 70% от общего запаса древесины в производных березняках со вторым ярусом ели в возрасте 100 лет. Общая продуктивность массивов производных хвойно-лиственных лесов выше, чем коренных ельников.

*Возрастная структура.* Очевидно, что в связи с широкомасштабными рубками она принципиально изменилась, но в разных частях европейской части таежной зоны России ситуация разная. Например, в Карелии доля хвойных древостоев свыше 80 лет сократилась с 80 до 40%. До  $\frac{3}{4}$  лесов находятся в двух группах – до 40 и более 100 лет. В крупных по площади массивах коренных лесов на северо-востоке (Архангельская область и Республика Коми) абсолютно преобладают различные вариации высоковозрастных древостоев. В Ленинградской области более «сглаженное» распределение по группам возраста, в том числе за счет сохранения производных лесов защитного назначения.

### **Заключение**

Выявление закономерностей и оценка последствий антропогенной трансформации растительного покрова это непрекращающийся исследовательский процесс. Его главная практическая цель – на основе выявленных фундаментальных закономерностей динамики лесов прогнозировать изменение ситуации, минимизировать негативные явления или, по крайней мере, предупредить катастрофические. В настоящее время в целом на северо-западе таежной зоны России нет оснований утверждать о «деградации», «разрушении», «исчерпании ресурсов» и т.п. лесов со всеми вытекающими экологическими и хозяйственными последствиями. Они проявляются локально или обратимы. Основная задача состоит в том, чтобы создать единую управляемую систему многоресурсного (многоцелевого) лесопользования, оптимизированную с другими видами природопользования (аграрным освоением, разработкой недр, водопотреблением и др.) обеспечивающую: 1) неистощительное изъятие лесных ресурсов; 2) их малозатратное и расширенное воспроизводство; 3) достаточную по экологическим и приемлемую по социально-экономическим возможностям систему ООПТ и используемых в «щадящем» режиме лесных территорий.

## Литература

1. Громцев А.Н. Наиболее уязвимые леса Карелии: характеристика, картирование, меры по сохранению. Петрозаводск, 2001. 62 с.
2. Громцев А.Н. Современное состояние и проблемы сохранения коренных лесов на западе таежной зоны России // Лесоведение, 2002. № 2. С. 3-7.
3. Громцев А.Н. Основы ландшафтной экологии европейских таежных лесов России. Петрозаводск, 2008. 238 с.
4. Громцев А.Н., Кравченко А.В., Курхинен Ю.П., Сазонов С.В. Методы идентификации лесов на разных стадиях сукцессий и закономерности антропогенной трансформации флоры и фауны в условиях различных типов ландшафта северо-запада таежной зоны России // Разнообразие и динамика лесных экосистем России. Кн. 1 Москва, 2012. С. 96-130.
5. Громцев А.Н., Кравченко А.В., Курхинен Ю.П., Сазонов С.В. Динамика разнообразия лесных сообществ, флоры и фауны европейской тайги в естественных условиях и после антропогенных воздействий // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. Вып. 10. сер. Биogeография. Петрозаводск, 2010. С. 16-33.
6. Сурожжа О.И. Нужды лесов нашего Севера. Архангельск, 1910. 54 с.

Домрачева Л.И.<sup>1,2</sup>, Кондакова Л.В.<sup>2,3</sup>, Трефилова Л.В.<sup>1</sup>, Фокина А.И.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров  
dli-alga@mail.ru

<sup>2</sup>Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

<sup>3</sup>Вятский государственный гуманитарный университет, г. Киров

## ЦИАНОБАКТЕРИИ В БИОМОНИТОРИНГЕ ПОЧВЫ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Прокариотные фотосинтезирующие микроорганизмы - цианобактерии - полностью соответствуют тем требованиям, которые при биомониторинге предъявляют к организмам-индикаторам и тест-организмам. В частности, как идеальные индикаторы цианобактерии (ЦБ) обитают практически повсеместно: в любых типах почвы в различных регионах планеты и разных климатических зонах; они постоянно имеют высокую численность в исследуемых экотопах, которая достигает 5-7 млн. клеток/г в слое почвы 0-5 см (Домрачева, 2005) и 40-90 млн. клеток/см<sup>2</sup> при «цветении» почвы (Домрачева и др., 2012). Массовое развитие ЦБ позволяет проводить количественные анализы без предварительного концентрирования проб.

При использовании ЦБ в качестве тест-организмов возможно выполнение тех требований, которые предъявляются к методам биотестирования: применимость для оценки любых экологических изменений среды обитания живых организмов; высокая чувствительность для выявления даже начальных экологических изменений; удобство при лабораторном моделировании и т.д. (Биологический мониторинг..., 2011).

Биоиндикация состояния почвы выявила определенный статус цианобактериальных комплексов. Так, сравнительное изучение видового состава фотосинтезирующей микрофлоры почв природных, сельскохозяйственных, урбанизированных и техногенных экосистем показало, что в наиболее загрязненных почвах в альго-цианобактериальных комплексах происходит перераспределение таксонов в пользу цианопрокариот (цианофитизация альгоценозов). При этом наиболее устойчивыми видами, толерантными к любым загрязняющим веществам, являются *Nostoc commune*, *N. linckia*, *N. muscorum*, *N. punctiforme*, *Phormidium autumnale*, *Ph. uncinatum*, *Ph. boryanum*, *Leptolyngbya foveolarum*, *L. fragile*, *Microcoleus vaginatus* (Кондакова, 2011).

При анализе структуры фототрофных микробных комплексов (данные количественного учета) установлено, что в зависимости от длительности действия антропогенного загрязнения и природы поллютантов доля цианобактериального компонента может достигать до 90% и более (табл. 1), в то время, как в контрольных вариантах (фоновые территории) этот показатель на момент анализа не превышал 30-40%.