

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДРЕВОСТОЕВ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ: ДИСКРЕТНОСТЬ И КЛИНАЛЬНОСТЬ

Н.Ф. Овчинникова

*Институт леса им. В.Н. Сукачева, Федеральный исследовательский центр
«Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»,
Академгородок, 50/28, г. Красноярск, 660036, Россия. E-mail: nf@ksc.krasn.ru
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-2417-3796>*

Ключевые слова: Горные леса, постоянные пробные площади, долговременный мониторинг лесной растительности, динамика роста и структура древостоев

Аннотация. Из-за большой продолжительности использования лесов и жизни лесообразующих видов выводы о динамике роста и структуры древостоев нуждаются в проверке и уточнении. Наиболее достоверные сведения могут быть получены при длительном мониторинге лесной растительности на постоянных пробных площадях. В естественных горных лесах Сибири выявлен клинальный тип размещения деревьев. Тип размещения влияет на морфологические показатели деревьев и определяет динамику роста и структуру древостоев. Клинальный тип размещения необходимо учитывать при исследовании и проведении лесохозяйственных, а также природоохранных мероприятий.

REGULARITIES FORMATION OF TREE STANDS IN MOUNTAIN CONDITIONS: DISCRETE AND CLINALITY

N.F. Ovchinnikova

V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch Separate division of FRC KSC SB RAS, Akademgorodok 50/ 28, Krasnoyarsk, 660036, Russian Federation.

Keywords: Mountain forests, permanent sample plots, long-term monitoring of forest vegetation, structure of forest stands

Summary. Due to relatively long long-term human use of forests and long life of forest-forming species most of the conclusions on stand dynamics need to be verified and clarified. The most reliable results on stand dynamics can be obtained with long-term monitoring of forest vegetation on permanent sample plots. Clinal type of tree placement has been identified in the natural mountain forests of Siberia. The type of placement affects the morphological parameters of trees and determines the dynamics of growth and the structure of forest stands. Clinal type of tree placement must be taken into account in the study and implementation of forestry, conservation measures.

Отношение людей к лесу исторически различно и сформировано не только научными знаниями, но и культурой страны (Кюстер, 2012). Изначально степень воздействия на лесной покров определялась нуждами и возможностями человека, которые со временем менялись и очень сильно. В первую очередь использовались доступные леса в густонаселенных районах.

В Русском государстве до революции можно выделить отдельные этапы освоения лесов (Сутягин, 2011). В VIII-XIV веках было неограниченное пользование лесом и лесными землями. В XV-XVII веках шло освобождение земель от лесов преимущественно под пашню. Особо нужно выделить конец XVII века до 1725 года – время, связанное с правлением Петра I, когда лесные ресурсы стали иметь государственное значение. Тогда же впервые была создана Лесная служба и освоившим «лесную науку» давался

дворянский чин. С 1725 до 1798 года государственный контроль за использованием лесов ослаб, а с введением «попенной платы» началось экстенсивное сведение лесов. В 1798 году для сбережения «казенных лесов» в стране создан Лесной департамент и принят Лесной закон, а в 1802 году – Лесной устав. В 1803 году в Петербурге открылся Лесной институт. В 1855 году встал вопрос не только о охране лесов от истребления, но и о «умножении лесов в местах, которые в них терпят нужду...».

В дореволюционной Центральной России лесозаготовка осуществлялась сельским населением, которое имело необходимые навыки лесозаготовительных и лесосплавных работ, носила сезонный характер. Советская лесная промышленность также начиналась с сезонной рабочей силы и гужевого транспорта. С индустриализацией страны, развернутой в конце 20-х годов прошлого века, увеличился экспорт леса. С ростом лесоэкспорта произошло «истощение» запасов лесов, связанное с обеспечением лесоматериалами «внутренних лесных рынков». При этом потребность в лесоматериалах с каждым годом лишь росла. В лесном экспорте СССР, по мнению специалистов, древесины отпускалось в объемах недопустимо больших. Так на нужды спичечного производства в ряде мест была истреблена даже осина (Фаас, 1929). В стране началось расширение экспорта за счет северных лесов европейской части, а также лесов Сибири и Дальнего Востока. В связи с началом ликвидации безграмотности на нужды карандашного производства стали рубить кедровые леса, охраняемые ранее.

Существенно структура лесов менялась в результате войн. В годы Великой Отечественной Войны леса были сильно «расстроены» или уничтожены не только в зоне боевых действий. В Сибири коренные хвойные леса были вырублены вдоль Транссиба и других транспортных путей на разные нужды. В 50-е годы основные лесозаготовительные предприятия перебазировали в районы Западной Сибири, а затем стали появляться далее на востоке.

Лесная наука изначально была ориентирована на обеспечение постоянного дохода от использования продуктов леса (рис.1). С развитием технических возможностей, на смену ручной и конной заготовке древесины пришла механизированная, расширился не только масштаб освоения лесов, изменился характер и степень воздействия на естественные экосистемы. В 1944 году в Москве появилось первое в стране академическое учреждение лесного профиля, которое в 1959 году было переведено в Красноярск.



Рис. 1. Научная литература из депозитария в Институте леса, Красноярск.

Среди задач оценки и сохранения всего комплекса разнообразных взаимодействий элементов сложных лесных экосистем особо стоит задача изучения структуры древостоев, ее динамики в связи с ростом, отпадом, взаимовлиянием растений в биогеоценозе и с учетом локальных и глобальных изменений факторов среды. Вопросы динамики лесной растительности остаются открытыми не только по причине ее разнообразия, но и из-за различия методических подходов, используемых исследователями. Большинство сведений

о динамике лесов собраны косвенным методом сравнительного изучения растительных сообществ, составляющих пространственно-временные сукцессионные ряды. Само предположение, что изучение изменений во времени можно заменить исследованием изменений сообществ в пространстве, вносит субъективизм при сборе материала.

Длительная история природопользования и потребность в воспроизводстве лесных ресурсов сделали с середины XVIII века очевидным для отечественных естествоиспытателей необходимость многолетних наблюдений (Вомперский, 2001). Традиции повторных наблюдений, т.е. стационарных исследований природных объектов, начали складываться с середины XIX века. Из-за разнообразия природных условий и длительности жизненного цикла лесообразующих пород, с опубликованием в 1918 г. В. Н. Сукачевым программы лесных стационарных исследований, началось создание сети стационаров в разных регионах страны (Сукачев, Дылис, 1966). Однако стационарные исследования в отдельно взятых районах ограничены и охватывают относительно небольшой промежуток времени, так как получение таких данных требует материальных и физических затрат, преимущества исследований, которую трудно обеспечить по ряду причин.

В Сибири первый научный стационар был организован в 1960 г. Институтом леса и древесины СО АН СССР на юге Красноярского края в горах Западного Саяна. На сегодняшний день благодаря отдельным исследователям научные объекты и данные наиболее длительных рядов наблюдений в лесах Сибири сохранены. Имеется пополняемая база данных (Свидетельство о госрегистрации..., 2011). Данные периодических сплошных учетов закартированной на постоянных пробных площадях древесной растительности с учетом происхождения, условий роста, уникальны и не теряют со временем своей актуальности. Специальные научные наблюдения за стационарными объектами не могут заменить материалы лесоустройств, так как материалы лесоустройства изначально ориентированы на определенные хозяйственные цели. Только данные длительных наземных наблюдений, получаемые на стационарных объектах, позволяют подойти к решению ряда фундаментальных и прикладных задач (Кузьмичев, 2013; Бебия, 2022). Особенно это актуально для горных лесов, где дистанционные методы мониторинга до настоящего времени несовершенны, как и развивающиеся в XXI веке нейросети (Овчинникова, Ланкин, 2001). Отладка работы Искусственного Интеллекта в области лесоводства требует большого массива фактических данных в мировом масштабе (Лян, 2023).

В природоохранной деятельности должен учитываться фундаментальный постулат: геоморфологические факторы среды, включающие разнообразные особенности рельефа местности, оказывают одно из первостепенных влияний на формирование и дифференциацию почвенно-растительного покрова (Сукачев, 1964). Для изучения пространственной структуры древостоев используются различные методы. В равнинных лесах с мозаичным распределением деревьев относительная «однородность» изучаемых древесных ценозов достигается обоснованными размерами пробных площадей. В горных лесах такое требование «однородности» объекта в принципе не может быть обеспечено.

На устойчивость и способность к самоорганизации растительных сообществ указывает наличие упорядоченных в пространстве и во времени элементов. Деятельность человека – рубка леса на больших территориях, привела к нарушению механизмов, обеспечивающих сохранение определенной структуры ряда сообществ, выработанного в процессе коэволюции в биогеоценозах, привело к дискретности, мозаичности естественного растительного покрова (Овчинникова, 2022). В Сибири больше половины лесов горные и только семь лесообразующих пород: сосна обыкновенная, сосна кедровая, пихта, ель и лиственница сибирские, береза и осина. С начала пятидесятых годов XX века рубка на большой площади (до 70-80 тыс. га в год) проводилась в большинстве случаев без сохранения подроста и закультивирования вырубок (рис. 2).



Рис. 2. Вырубка в темнохвойной тайге Западного Саяна в 60-е годы XX века (фото Ермоленко П.М.)

В результате на общей площади около 1,5 млн. га наиболее продуктивные кедровые леса сменились лиственными насаждениями (Кедровые леса Сибири, 1985). Ограниченные участки кедровых лесов, уцелевшие от рубки и оформленные как генетические резерваты (рис. 3), к сожалению, не дают представление о утраченных массивах кедровой тайги и ее генофонде .



Рис. 3. Генетический резерват *Pinus sibirica* du Тоуг. в Западном Саяне: начало XXI века.

Во второй половине XX века для комплексных исследований закладывались постоянные пробные площади не только в различных лесорастительных условиях с учетом высотной поясности, но и в насаждениях разного происхождения, возраста, породного состава. Особое внимание уделялось новым формациям, возникшим после рубки коренных древостоев (Овчинникова, 2005; Овчинникова, 2007).

Анализ динамики пространственной структуры простых и сложных древостоев по материалам сплошных учетов закартированной древесной растительности на постоянных пробных площадях показал: насколько равномерно размещены деревья на площади; как варьируют запасы деревьев на разных ее участках; как естественное изреживание

древостоя меняет варьирование густоты древостоя и запасов на разных участках; как влияет склон на эти показатели (Овчинникова, 2021).

Для оценки типа размещения деревьев на основе планов их картирования используют критерий относительной дисперсии, характеризующий отклонение от случайного распределения при заданном размере учетных площадок. Выделяют распределения: **случайное**, если $\sigma^2/N = 1$; **равномерное**, при $\sigma^2/N < 1$; **групповое** при $\sigma^2/N > 1$, где N – среднее значение густоты, а σ^2 – дисперсия. Расчеты показывают, что на склоне на одной и той же территории (постоянной пробной площади), один и тот же метод определения типа размещения деревьев по данным ленточных трансект, вытянутых поперек склона и идущих вдоль склона, может дать противоречивый результат. Неравномерность густоты древостоя по склону в наибольшей степени сказывается на поперечном сечении и объеме ствола среднего дерева. Увеличение данных параметров по склону имеет обратную с густотой зависимость. Проявляется «парадокс конкуренции», когда при увеличении питательных веществ или воды наблюдается усиление роста и отпада деревьев.

Неоднородность лесорастительных условий, имеющая место даже на небольшом отрезке пологого склона, в первую очередь, сказывается на интенсивности самоизреживания древостоя. Это приводит к постепенному и направленному изменению густоты древостоя по склону и дифференциации деревьев по диаметру. **Клинальное** размещение деревьев, характеризующееся постепенным и направленным изменением густоты древостоев по склону, можно рассматривать как проявление выработанного в ходе коэволюции механизма устойчивости лесообразующих видов к отличающимся разнообразием внешним условиям среды. Клинальное размещение и неравномерный рост деревьев по склону необходимо учитывать при исследовании лесных экосистем, моделировании, проведении лесохозяйственных и природоохранных мероприятий.

Лесообразующие виды, в отличие от морфологических и эколого-физиологических описаний, рассматривающих вид как нечто однородное, а организмы, его представляющие, как случайные реализации единого общевидового типа, необходимо рассматривать как систему, объединяющую варианты строения индивидов и типов их поведения. Необходимо дифференцировать варианты (как обратимые, так и необратимые) морфологической изменчивости (полиморфизм) и изменчивости поведения (полиреактивность) особей одного вида (Романовский, Шекалев, 2014).

При избыточной численности на начальных стадиях онтогенеза, условия произрастания вызывают отбор организмов/ценопопуляций по степени адаптации к лимитирующему фактору в контрастных условиях, путем морфо-генетических изменений. Выделяемые «зоны естественной гибридизации» древесных растений, как правило в горах, необходимо рассматривать не только с исторической точки зрения, но и с экологической. Мозаичность условий произрастания позволяет существовать в «зонах» растениям с разной морфологией и фенологией, вызванной адаптационной пластичностью и генетическим разнообразием. Такие «зоны» можно рассматривать как территории «инициального» генома, места происхождения/расхождения современных видов, рефугиумы (Овчинникова, 2017).

С увеличением антропогенной нагрузки все более актуально сохранение горных лесных сообществ, биоразнообразия в них. Необходимо понимать, что на территориях, ограниченных административными и государственными границами, невозможно изучение и сохранение комплекса животных и растительных популяций в естественных границах, которые все более условны из-за растущего прямого и опосредованного преобразующего влияния на природу человека. С ростом экономически обусловленного воздействия на лесные территории особенно важно понимание биосферных функций и степени устойчивости горных естественных лесных формаций к различным природным и антропогенным факторам.

Существует проблема использования методов, исторически основанных на мозаичности, дискретности нарушенного лесного покрова, при отсутствии количественной меры и масштабов однородности растительного покрова даже в науке.

При проведении лесохозяйственных и природоохранных мероприятий, особенно на особо охраняемых природных территориях, следует учитывать объекты длительного мониторинга и включать постоянные пробные площади в перечень основных объектов охраны, которые могут быть использованы для отработки современных методов изучения лесной растительности (от дистанционных до молекулярных), моделировании динамических природных процессов, и подготовке специалистов разного профиля.

При сохранении научных объектов, которые способствуют правильному подходу к эксплуатации, сохранению природных богатств, и позволяют пересматривать ряд устоявшихся мнений, проверять прежние и выдвигать новые гипотезы, необходимо учитывать общественные запросы на образовательное, экологическое просвещение и экотуризм (Овчинникова, 2008; Овчинникова, Мельникова и др., 2017). В Западном Саяне на юге Красноярского края с 2005 года, с созданием ООПТ Природного парка «Ергаки», постоянные научные объекты оказались и на его территории. При этом часть научных объектов находится в рекреационно-туристической зоне, а одна – в хозяйственной. В последние годы нарушена периодичность работ, объем полевых исследований сильно сокращен.

Горные леса формируют экологический каркас нашей планеты, нуждаются в охране и длительном изучении. В Российской Федерации законодательно еще в 1997 г. предусматривалось создание целой системы, одной из частей которой должны были стать данные с постоянных пробных площадей. С 1 октября 2018 г. запущен Федеральный проект «Сохранение лесов», который продлен до 2030 года. Однако в стране до сих пор не существует единой широко применяемой программы длительных экологических стационарных исследований. Очевидна необходимость объединения усилий разных структур и ведомств, а не только отдельных людей для сохранения научного наследия. Утрата последнего невосполнима, так как закладка новых объектов мониторинга отбрасывает получение реальных научных и практических результатов в необозримое будущее.

Список литературы

- Бебия С.М., 2022. Леса Абхазии. Сухум: Академия. 589 с.
- Вомперский С.Э., 2001. Лесные стационарные исследования в прошлом и настоящем // Лесные стационарные исследования: методы, результаты, перспективы. Материалы совещания. Тула: Гриф и Ко. С. 5-10.
- Кедровые леса Сибири, 1985. / И.В. Семечкин, Н.П. Поликарпов, А.И. Ирошников и др. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ие. 256 с.
- Кузьмичев В.В., 2013. Закономерности динамики древостоев: принципы и модели. Новосибирск: Наука. 208 с.
- Кюстер Х., 2012. История леса. Взгляд из Германии. М.: Изд. дом Высшей школы экономики. 304 с.
- Лян Дж. Самообучающийся искусственный интеллект для прогнозирования динамики лесов в условиях глобальных изменений. Договор о патентном сотрудничестве USPTO серийный номер. 63/460,241, подано 18.04.2023 г. <https://ag.purdue.edu/facai/> (обращение 29.06.2023).
- Овчинникова Н.Ф., 2005. Возобновительные процессы в производных лесах черневого пояса Западного Саяна: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 «Экология» и 06.03.03 «Лесоведение и лесоводство, лесные пожары и борьба с ними». Красноярск. 205 с. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16053372> (обращение 29.06.2023).
- Овчинникова Н.Ф., 2007. О синантропности *Populus tremula* L. // Синантропизация растений и животных. Мат. Всерос. конф. с международным участием (Иркутск, 21-25 мая 2007 г.). Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН. С. 195-198. <http://elibrary.ru/item.asp?id=19495624> (обращение 29.06.2023).
- Овчинникова Н.Ф., 2008. Экологический маршрут на территории природного парка «Ергаки» // «Ергаки»: история и будущее: Мат. краевой науч.-практ. конф., Красноярск: ИПК СФУ. С. 36-39.

Овчинникова Н.Ф., 2017. Зона «естественной гибридизации» или «инициального» генома лесобразующих пород? // Генетика популяций: прогресс и перспективы. Мат. Международной научной конференции, посвященной 80-летию со дня рождения академика Ю.П. Алтухова (1936-2006) и 45-летию основания лаборатории популяционной генетики им. Ю.П. Алтухова ИОГен РАН, М.: Ваш Формат. С.195-197.

Овчинникова Н.Ф., 2021. Особенности пространственно-временной структуры соснового древостоя на южном склоне Восточного Саяна // Изв. вузов. Лесн. журн. №5. С.34-47. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-5-34-47,

Овчинникова Н.Ф., 2022. Пространственная структура лесов как адаптация к факторам среды и антропогенным воздействиям // 4-я международная конференция «Современные проблемы биологической эволюции: материалы IV Международной конференции к 875-летию Москвы и 115-летию со дня основания Государственного Дарвиновского музея. 17-20 октября 2022, г. Москва. М.: ГДМ. С. 42-44. <http://www.darwinmuseum.ru/projects/event/evolconf-iv> (обращение 29.06.2023).

Овчинникова Н.Ф., Ланкин Ю.П., 2001. Перспективы изучения лесных сукцессий с использованием нейросетевых экспертных систем // VII Всероссийская конференция "Нейрокомпьютеры и их применение" с международным участием "НКП-2001". М.: ИПРЖР. С. 351-355. <http://elibrary.ru/item.asp?id=23871333> (обращение 29.06.2023)

Овчинникова Н.Ф., Мельникова Е.А., Шухлина А.С., Кузнецова Г.В., 2017. История, результаты и перспективы стационарных исследований лесной растительности на территории природного парка «Ергаки» (Западный Саян) // Природные парки России: итоги деятельности и перспективы развития: Материалы науч.-практ. конф. Абакан: ГАММА. С. 94-98.

Романовский М.Г., Шекалев Р.В., 2014. Система вида у лесных растений, М: Товарищество научных изданий КМК. 212 с.

Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2011620706. Учеты деревьев на постоянных пробных площадях Красноярского края. // Овчинникова Н.Ф., Овчинников А.Е. № 2011620602, заявл. 05.08.2011, зарег. 30.09.2011.

Сукачев В.Н., 1964. Динамика лесных биогеоценозов // Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука. С. 458-486

Сукачев В.Н., Дылис Н.В., 1966. Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука. 332 с.

Сутягин С.С., 2011. Лесное законодательство в дореволюционной России: историческая правопреемственность и эволюция // Юридическая техника. №5. С. 458-462. <https://cyberleninka.ru/article/n/lesnoe-zakonodatelstvo-v-dorevolyutsionnoy-rossii-istoricheskaya-pravopreemstvennost-i-evolyutsiya/viewer> (обращение 29.06.2023).

Фаас В.В., 1929. Лесной экспорт СССР // Труды по лесному опытному делу. Вып.1. Ленинград. С. 125-133.

Работа выполнено в рамках государственного задания № FWES -2021-0010, Рег. НИОКТР №121030900181-4