

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА СООБЩЕСТВ С УЧАСТИЕМ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ (*ABIES SIBIRICA* LEDEB.) НА ЮЖНОМ ПРЕДЕЛЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

CONIFEROUS COMMUNITIES WITH SIBERIAN FIRS (*ABIES SIBIRICA* LEDEB.) LONG-TERM DYNAMICS ON THE SOUTHERN EXTENSION LIMIT

**G. Shaykhtudinova
N. Shafigullina**

Summary. The work is devoted to the analysis of changes in the composition and structure of communities with the participation of Siberian Fir in the Borovetskaya Mast-Tree Grove of the National Park "Nizhnaya Kama" over the period from the 1930s to this day. Intensive forest exploitation was typical for the middle of the period under consideration. We studied the impact of it on the modern state of such communities. An assessment of the results of the establishment of a conservation regime was carried out. The stability of the "mother nucleus" of boreal succession systems functioning at the southern limit of distribution, its system-forming potential, was analyzed.

Keywords: forest dynamics, succession, succession system, nemoralization, forest exploitation, fir (*Abies sibirica*), bryoflora

Шайхутдинова Галия Адхатовна

К.б.н., доцент, Казанский (Приволжский)
федеральный университет; н.с., национальный парк
«Нижняя Кама» (г. Елабуга)
gshaykhu@gmail.com

Шафигуллина Надия Рустэмовна

К.б.н., ассистент, Казанский (Приволжский)
федеральный университет; н.с., национальный парк
«Нижняя Кама» (г. Елабуга)
nadiashafigullina@gmail.com

Аннотация. Работа посвящена анализу изменений в составе и структуре сообществ с участием пихты сибирской в массиве Боровецкого леса национального парка «Нижняя Кама» за период с 30-х гг. XX века по сегодняшний день. Выявляется вклад в современное состояние таких сообществ интенсивной лесозаготовки, характерной для середины рассматриваемого периода. Проводится оценка результатов установления заповедного режима. Анализируется устойчивость «материнского ядра» бореальных сукцессионных систем, функционирующих на южном пределе распространения, его системообразующий потенциал.

Ключевые слова: динамика лесной растительности, сукцессия, сукцессионная система, неморализация, лесозаготовка, пихта сибирская, бриофлора.

В настоящее время разнонаправленные климатогенные и антропогенные сукцессии ярче всего проявляются в полосе бореального экотона (Колмыц, 1998), где хозяйственное воздействие необратимо изменяет структуру теплового и водного балансов в сторону аридизации. Начиная с середины прошлого века, для всей полосы южной тайги в Восточной Европе отмечается процесс неморализации бореальных комплексов, а в зоне широколиственных лесов — ксерофитизации и антропогенного остепнения растительного покрова. Решающим фактором потенциальной неустойчивости хвойных и широколиственных лесов становится возрастающий к югу дефицит влаги, который усиливается интенсивным хозяйственным воздействием, оказываемым как на сам лес, так и на прилегающие обезлесенные территории.

В современных условиях лесной покров представляет собой сложную пространственную мозаику фитоценозов, которые находятся на разных стадиях сукцессионного процесса, образуя спектры сукцессионных рядов. Согласно представлениям о динамике растительного покрова (Разумовский, 1981), ни один

из рядов нельзя представить функционирующим самостоятельно, так как все они объединены в единую (для данной гомогенной территории) самоподдерживающуюся систему сообществ — сукцессионную систему. Центральным организатором (материнским ядром) сукцессионной системы выступает совокупность климаксов, а целостность определяется целостностью флоры и фауны.

Функционирование сукцессионных систем, ядром которых являются бореальные сообщества, в условиях климатогенной и антропогенной неморализации растительности на юге лесной зоны требует особого внимания. Достаточно ли установления заповедного режима для инициирования и поддержания демулационных процессов в системе? Насколько продолжительными могут быть эти процессы? Какова должна быть размерность ядра для выполнения системообразующей роли, обеспечения целостности? Эти и многие другие вопросы возникают перед исследователями и требуют безотлагательного решения для обеспечения охраны видового и экосистемного разнообразия как обязательного условия устойчивого развития регионов.

Национальный парк «Нижняя Кама» организован в 1991 году. Вместе с тем, участки заповедной зоны, выделенные на схеме функционального зонирования территории парка, получили охранный статус раньше: постановлением Совета Министров ТАССР от 19.05.1972 г. № 251 в Большом бору (ныне Елабужское лесничество) и Боровецком лесу (Челнинское лесничество) были организованы одни из первых в республике лесные памятники природы. Исключительная природная ценность ландшафтных комплексов Боровецкого леса определяется произрастанием темнохвойных и хвойно-широколиственных лесов в непосредственном контакте с лесостепью, на юго-восточном крае современного распространения ели и пихты. М. В. Марков, основываясь своих на исследованиях, проведенных в Боровецкой даче в 30-е годы XX века (Марков, 1939), отмечал, что: «... дача представляет значительный интерес для геоботаника, т.к. здесь мы имеем наиболее южные для Татарии местонахождения ценозов хвойного леса, в сложении которых ель и пихта принимают видное участие».

Боровецкий лесной массив, благодаря статусу Корабельной рощи, долгое время избегал интенсивной эксплуатации. Десятилетний план лесного хозяйства дачи, основанный на первых масштабных лесоустроительных работах, нацеленных на учет ее лесосырьевого потенциала, вышел в 1927 году (фонд Р2016, оп. 10, ед.хр. 17). В массиве стали вести лесозаготовки, но не столь интенсивно, как в других окрестных лесах. Но уже в конце 50-х гг. XX века Боровецкий лес подвергся опустошительным промышленным рубкам, которые привели к значительным потерям хвойных и хвойно-широколиственных насаждений и распространению на больших площадях культур сосны и вторичных монодоминантных березовых, осиновых и липовых древостоев. Рубки были прекращены только в 1972 году в связи с переводом всего лесного массива в категорию зеленой зоны г. Набережные Челны. Сегодня незначительные по площади фрагменты уцелевших насаждений с участием темнохвойных (ели и пихты) в верхних ярусах древостоя составляют ядро заповедной зоны Челнинского лесничества нацпарка, как наиболее старые по возрасту, разнообразные по составу и структуре сообщества.

По исследованиям М. В. Маркова (1939), пихта входила в состав двух основных типов сообществ лесной дачи. Повсеместно на песчаных почвах холмов верхней террасы Камы это были мшистые сосняки с елью и пихтой во втором ярусе. В северной части на супесчаных почвах, подстилаемых суглинками, на ровных склоновых поверхностях верхней и второй надпойменных террас — пихтово-елово-сосновые лещиновые леса, которые по логам переходили в почти чистые елово-пихтовые и пихтовые насаждения. По материалам лесоустройства 1927 года площадь сообществ первого типа

в пределах дачи составляла 2547,2 га, сообществ второго типа — 129,6 га.

Наилучшие условия произрастания для пихты представляли местообитания второго типа, в качестве их основного местонахождения М. В. Марков указывал квартал № 15 (по современной нумерации № 29) дачи. Здесь пихта формировала обильный второй ярус с участием до 60% и подлесок. Средний диаметр пихт — 18,5 см, максимальный — 40 см; их общее жизненное состояние оценивалось как «хорошее». Обращая внимание на условия произрастания насаждений и характер возобновления древесных видов, М. В. Марков не исключал возможности развития здесь в будущем еловых, пихтово-еловых и пихтовых лесов без участия сосны, но только при отсутствии пожаров и вырубок.

Детальным изучением растительности Боровецкого леса в конце 40-х — начале 70-х гг. занимался В. С. Порфирьев (Памятники..., 1977). Он дает подробное описание лесов с участием пихты Боровецкой дачи и подразделяет их на три группы: леса кустарниково-кислично-зеленомошные и сложные — липовые или лещиновые. Отмечается, что в лесах первой из этих групп пихта входит в состав сосняков как компонент их второго яруса, а в двух остальных является ведущей, формируя смешанные леса с разной степенью участия дуба, липы и осины.

Наиболее ценными участками сосняков с пихтой кустарниково-кислично-зеленомошных В. С. Порфирьев считал насаждения, произраставшие в центральной части дачи в границах современных кварталов № 97 и № 114 Челнинского лесничества парка. Опираясь на наблюдения 1956 года, он давал им следующую живописную характеристику: «...мощные колоннообразные стволы сосен высотой 30–32 м в возрасте 120 лет составляют сомкнутый ярус, на фоне которого выделяются темно-зеленые кроны пихты, групповые популяции которой образуют 2 ярус высотой 25–22 м... Подрост пихты вместе с липой, оформляет плотный полог и густой подлесок этого насаждения». Но, к сожалению, к моменту получения охранного статуса в 1972 г. это природное богатство было полностью потеряно в ходе сплошных рубок главного пользования. К началу 70-х годов 35% площади 11-ти ставших заповедными кварталов Боровецкого леса (1060 га) стали занимать монокультуры сосны 10–20-летнего возраста, посаженные на вырубках.

Сохранившиеся к моменту получения охранного статуса сложные леса с доминированием пихты, участием ели, липы и обилием лещины в пологе В. С. Порфирьев указывал для логов и межлоговых плато северных кварталов лесного массива, в местах проведения исследований М. В. Марковым. Сравнение с прежним составом растительности показывает, что в биотопах стало замет-

Таблица 1. Показатели видового разнообразия

Годы обследования		1927–1939	2018
Фитоценоз		сосняк с пихтой и елью костянично-мшистый	липняк с пихтой снытево-волосистоосоковый
Формула древостоя	1 ярус	10С	8Лп2П+ед.Д, Ос, С
	2 ярус	6ПЗЕ1Б	8Лп1Кл1П
Общее количество видов, шт		52	33
Доля аборигенных видов, %		100	100
Альфа-разнообразие		7.05	4.22
Выравненность		3.39	2.92
Индекс Шеннона		0.86	0.83
Индекс Симпсона		0.05	0.09
Индекс полидоминантности		20	11.11

но почти полное отсутствие сосны в древостое и проявилось исключительное господство неморальных видов в кустарниковом и травянистом ярусах. Видимо за почти 40 лет сосна либо была изъята при выборочных рубках, либо успела самостоятельно выпасть из древостоя, что подтверждает прогнозы М. В. Маркова.

В 2018 году, спустя почти 90 лет от первых геоботанических наблюдений в Боровецком лесу, были вновь начаты работы по выявлению современного состояния и распространения пихты сибирской на территории лесничеств национального парка «Нижняя Кама». Согласно данным лесоустройства 2017 г. (Таксационное описание..., 2017) в Боровецком лесу (Челнинское лесничество) пихта с участием, не превышающим 20%, входит в состав первого яруса древостоя липняков, дубрав, березняков и осинников в немногочисленных выделах трех северных кварталов (№ 14, 29, 30). Эти участки приблизительно совпадают с местами проведения исследований М. В. Марковым и В. С. Порфирьевым. Общая площадь выделов с участием пихты сегодня составляет 20 га, общий запас сырораствующей пихтовой древесины — 430 м³. В сравнении с данными учета 1927 года площадь насаждений сократилась в 6,5 раз.

Результаты сравнительного анализа данных геоботанических описаний, выполненных М. В. Марковым в 30-е гг. и нами в 2018 г. для сообществ бывшего квартала № 15 (по современной нумерации № 29) приводятся в таблицах 1 и 2.

За рассматриваемый период, сосна и ель практически полностью исчезли из состава древостоя (табл. 1). Учитывая наблюдения В. С. Порфирьева, основные потери сосны видимо произошли еще до 70-х годов прошлого века, а потеря ели и некоторой части пихтовых деревьев произошла позднее, на фоне усиления роли липы, господствующей в настоящее время во всех ярусах древостоя и в пологе. Пихта, в 30-е годы формиро-

вавшая обильный второй ярус и подрост насаждения, успешно поднялась в первый ярус, и часть деревьев сохранилась до настоящего времени. Дендрохронологии, построенные по отобраным с модельных деревьев древесно-кольцевым кернам, показали, что максимальный возраст пихт — 103 года, минимальный — 41 год (Гапулазянов, Тишин, 2018).

Расчеты показателей инвентаризационного разнообразия сообществ, выполненные по стандартным формулам (Мэгарран, 1992; Василевич, 2014) свидетельствуют, что в сравнении с данными прежних наблюдений, видовое богатство и равномерность распределения видов по обилию заметно снизились. Эти выводы подтверждаются также и расчетами показателей доминирования Шеннона и Симпсона, индекса полидоминантности, последний показывает снижение разнообразия почти вдвое. Рассчитанный для пары геоботанических описаний коэффициент сходства Жаккара показывает очень низкое значение — 0.11, что говорит о почти полной смене состава сообществ за прошедшие годы.

Направления смены флористического состава прослеживаются по изменению спектра эколого-ценотических групп растений (табл. 2). За годы до минимума снизилась доля бореальных и боровых видов, подавляющее большинство состава стали формировать представители неморальной флоры; исчезли обильные в прошлом виды открытых луговых и лугово-степных сообществ, обычные для светлых лесов, но не выдержавшие конкуренции с теневыми видами, усилившими здесь свои позиции.

Еще более наглядно тенденцию неморализации сообществ можно рассмотреть при наблюдении изменений в составе бриофлоры, одного из наиболее чувствительных компонентов фитоценоза. М. В. Марков отмечал участие в составе напочвенного мохового покрова трех основных видов: *Pleurozium schreberi*

Таблица 2. Спектры эколого-ценотических групп

Годы обследования	1927–1939		2018	
	Количество видов	Доля, %	Количество видов	Доля, %
Бореальная	9	16.4	1	2.1
Бореально-неморальная	5	9.1	6	12.8
Боровая	4	7.3	1	2.1
Неморальная	12	21.8	20	42.6
Лесо-луговая	6	10.9	4	8.5
Луговая и лугово-степная	15	27.2	0	0
Рудеральная	1	1.8	1	2.1
Мохообразные	3	5.5	14	29.8

Таблица 3. Современный состав бриофлоры (учет 2018 г.)

№	Виды мохообразных	в напоч- венном покрове	на гни- ющей древес- ине	на комле пихты и сосны	на комле липы	на стволах живых лиственных деревьев	охраня- емый статус
1	<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp. in B.S.G.		*				
2	<i>Anomodon longifolius</i> (Brid.) Hartm.		*			*	КК
3	<i>Brachythecium salebrosum</i> (Web. et Mohr) Schimp. in B.S.G.		*				
4	<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.		*				
5	<i>Lewinskya speciosa</i> (<i>Orthotrichum speciosum</i> Nees) F. Lara, Garilleti & Goffinet					*	
6	<i>Lophocolea heterophylla</i> (Schrad.) Dumort.		*				
7	<i>Neckera pennata</i> Hedw.					*	КК
8	<i>Nyholmiella obtusifolia</i> (<i>Orthotrichum obtusifolium</i> Brid.) Holmen & E. Warncke					*	
9	<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T. Kop.	*	*				
10	<i>Plagiothecium denticulatum</i> (Hedw.) Schimp. in B.S.G.			*			
11	<i>Plagiothecium latebricola</i> Schimp. in B.S.G.		*				
12	<i>Pseudoleskeella nervosa</i> (Brid.) Nyh.		*		*		
13	<i>Pylaisia polyantha</i> (Hedw.) Schimp.		*			*	
14	<i>Radula complanata</i> (L.) Dum.		*			*	

Примечание: КК — вид включен в Красную книгу Республики Татарстан (2016)

(Brid.) Mitt., *Dicranum polysetum* Sw., *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst. При этом указывал, что моховой покров развит неравномерно, местами представлен очень слабо, а местами делается сплошным. Указанный состав мхов в условиях Республики Татарстан характерен для светлых хвойных и хвойно-широколиственных лесов с доминированием сосны и участием ели в древостое. Сплошное развитие мохового покрова в таких лесах обычно наблюдается в местах хорошего освещения, вдоль просек или в прогалинах древесного яруса. Это наряду с заметным участием в составе травостоя видов луговой и лугово-степной флоры сосудистых растений (табл. 2) свидетельствует о ведении экстенсивной хозяйственной деятельности

в лесу в первой половине XX века (выборочные рубки, расчистка сухостоя и т.п.).

В учеты 2018 г. вошло уже 14 видов мохообразных (табл. 3), причем состав и характер приуроченности видов к субстрату полностью изменился. В слабо развитом напочвенном покрове отмечен только один вид *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T. Kop.; большинство видов развивается на гниющей древесине валежа, на основаниях и стволах деревьев, что является характерной чертой неморальной бриофлоры.

Развитый комплекс видов *Neckera pennata* — *Anomodon longifolius* — *Radula complanata* характерен

для старовозрастных широколиственных лесов с достаточным увлажнением воздуха. В ландшафтах нацпарка «Нижняя Кама» такой комплекс можно встретить вблизи водоемов на стволах липы, реже вяза. Здесь эти виды также приурочены к стволам липы.

Plagiothecium latebricola — единственный бореальный вид в списке, редкий для республики и одиночная находка для национального парка. Популяции данного вида, как правило, всегда очень малочисленны и приурочены к старовозрастным сырým тенистым лесам, где много валежника и сильно прогнившей древесины хвойных.

Leptodictyum riparium — вид, встречающийся в переувлажненных местообитаниях, часто даже на субстратах, погруженных в воду. В исследуемом сообществе найден на валежнике среди других мхов, что говорит о повышенной влажности местообитания и возможном застойном увлажнении. Появление данного вида может быть связано с изменением гидрологического режима территории, произошедшим при заполнении в 1978–1979 гг. Нижнекамского водохранилища на отрезке реки Кама, огибающем с севера и запада территорию Боровецкого леса. Бывшие участки поймы в северной части исследованного нами квартала № 29 были полностью затоплены, а при колебаниях уровня водохранилища вероятно происходит частичное подтопление низменных участков квартала.

Кардинальное изменение состава фитоценозов исследуемой территории в сторону неморализации обусловлено целым комплексом причин. В числе ведущих, нужно рассматривать интенсивные меры воздействия на лес. Массированная лесозаготовка и искусственное лесовосстановление, через выращивание монокультур сосны на больших площадях, привели к потере генофонда темнохвойных и изоляции немногочисленных стабильных популяций пихты и ели в ограниченных биотопах. Сукцессионные системы, сформировавшиеся на месте потерянных в ходе рубок сосняков с пихтой кустарниково-кислично-зеленомошных, были практически лишены материнского ядра, способного обеспечить проявление демулационных процессов.

Перевод насаждений из эксплуатационных в защитную категорию, а затем и заповедную, оказал, с одной стороны, положительный эффект, обеспечив ограничение интенсивного лесопользования. Но с другой стороны, ускорил процесс неморализации сообществ, наложив ограничения на проведение мероприятий по уходу и формированию древостоя в молодых культурах и содействию возобновлению леса. В 1972 году В.С. Порфирьев отмечал «отличное» вегетативное возобновление пихты под пологом сосновых культур и оптимистично прогнозировал возможность восстановления исходных биоценозов (Памятники..., 1977), но сегодня мы видим, что эти прогнозы не реализовались.

Исследования показали, что изолированные на небольших площадях уцелевшие фрагменты фитоценозов с участием пихты неспособны в настоящее время выполнять не только системообразующую функцию, но даже обеспечить собственное воспроизводство. Немаловажную роль в этом играет потеря напочвенного мохового покрова, который обычно, стабилизируя водный баланс в подстилке и в поверхностных слоях почвы, обеспечивает прорастание семян хвойных видов. Неморализация состава сообществ, ведущая к росту трофности субстрата и сильному затенению, создает неблагоприятные для развития напочвенных мхов условия и препятствует появлению надежного подроста пихты и ели.

Поставленная перед национальным парком задача сохранения бореальных комплексов, и в частности, насаждений с участием пихты сибирской, как одной из главных природных ценностей территории, не может быть решена без реализации активных мер по их поддержанию. Такие меры должны включать экстенсивное вмешательство в состав и функционирование сообществ, направленное на формирование окон возобновления и осветление участков, разреживание травостоя, реализацию мелиоративных и лесовосстановительных работ. Разработка плана мероприятий должна опираться на материалы комплексных исследований и учет локальных особенностей местообитаний и состояния участков леса, что вероятно потребует пересмотра схемы функционального зонирования территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василевич В. И. Видовое разнообразие остепненных лугов Европейской России // Ботаника: история, теория, практика (к 300-летию основания Ботанического института им. В. Л. Комарова Российской академии наук): Труды межд. науч. конф. / Отв. ред. Д. В. Гельман. — СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014. — с. 44–49.
2. Гапулазянов А. И., Тишин Д. В. Дендроклиматические исследования пихты сибирской на южной границе лесной зоны / Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы XVI Всерос. науч.-практ. конф. с межд. уч. Книга 2. — Киров: ВятГУ, 2018. — С. 94–96.
3. Коломыц Э. Г. Полиморфизм ландшафтно-зональных систем. — Пушино, ОНТИ ПНЦ РАН, 1998. — С. 24–31, 47–58.
4. Красная книга Республики Татарстан: животные, растения, грибы. Издание 3-е. — Казань: Идель-пресс, 2016. — 759 с.

5. Марков М. В. Лес и степь в условиях Закамья. Ч. 2. Сосновые леса. Ученые записки Каз. гос. ун-та, т. 99, кн. 1, вып. 5. — Казань, 1939. — С. 67–131.
6. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. — М.: Мир, 1992. — 184 с.
7. Памятники природы Татарии. Под ред. проф. В. А. Попова. — Казань: Изд-во Казанского университета, 1977. — 144 с.
8. Разумовский С. М. Закономерности динамики биоценозов. — М., Наука, 1981. — С. 46–83, 104–145.
9. Таксационное описание Челнинского участкового лесничества Национального парка «Нижняя Кама» Республики Татарстан. ООО «Лесопроектное бюро». — Калуга, 2017. — 1331 с.
10. Фонд Р2016, оп. 10, ед.хр. 17 национального архива РТ. План лесного хозяйства Боровецкой и Гардалинской дач Кзыл-Таусского лесничества Набережно-Челнинского кантона на 1927–1938 годы.

© Шайхутдинова Галия Адхатовна (gshaykhu@gmail.com), Шафигуллина Надия Рустэмовна (nadiashafigullina@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Казанский федеральный университет