

Session V. ECOLOGICAL RISKS IN ANTHROPOGENIC (AGRICULTURAL AND FORESTRY) ECOSYSTEMS

Секция V. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ В АНТРОПОГЕННЫХ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ)

REFORESTATION AND SUCCESSION IN LARCH FORESTS OF MONGOLIA СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗОБНОВИТЕЛЬНЫЕ И СУКЦЕССИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЛИСТВЕННИЧНЫХ ЛЕСАХ МОНГОЛИИ

*V.T.Yarmishko¹, Ch. Dugarjav², N.N. Slemnev¹, Ch. Dorjsuren², A.Ph. Potokin³, Z. Tsogt²,
M.A. Yarmishko¹, D. Zoyo²*

¹*Komarov Botanical Institute RAS, St.-Petersburg, Russia, vasilyarmishko@yandex.ru;*

²*Institute of Botany MAN, Ulaanbaatar, Mongolia, chdorj_07@yahoo.com;_*

³*Forest Technical Academy, St. Petersburg, Russia, alex221957@mail.ru*

The paper deals with the features of reforestation of larch forests in Mongolia after anthropogenic impacts (fellings, fires) and succession trend in highland forest assemblages. It is established that mass seed reforestation of the *Larix sibirica* Ledeb. takes place during anomalous combinations of hydrothermal conditions supposedly with the periods about 100 years. During last decades the frequent fires of various intensities insert serious corrections into reforestation of the larch and succession trend in disturbed forests.

Леса Монголии, выполняющие важнейшие биосферные функции и имеющие большое экономическое значение, на протяжении последних десятилетий испытывают все возрастающие нагрузки в результате интенсивного хозяйственного освоения, пожаров, инвазии насекомых. Перед современной лесной фитосоциологией и экологией стоят задачи детального изучения особенностей реакций лесных биогеоценозов на внешние воздействия, совершенствования методов исследований их восстановительной динамики, а также прогнозирования последствий воздействия на них природных и антропогенных факторов.

Ранее, при классификации типов леса, отмечалось, что во всех высотно-поясных комплексах на вырубках и гарях формируются либо вторичные древостои из коренных хвойных пород, либо древесные насаждения восстанавливаются по классическому варианту европейских и юго-западно-сибирских сукцессий, т.е. со сменой пород (Доржсурэн, 1979, 2009; Дугаржав, 1985). Нередки также случаи смен лесных фитоценозов на степные сообщества. В лесостепном и подтаежном комплексах лесов Восточного Хангая, Западного Хэнтэя, Орхон-Селенгинского низкогорья довольно часто встречаются и длительно-производные березняки (Леса..., 1978).

Изучение особенностей возобновления лиственничных лесов и направленности сукцессий в высотно-поясных лесных комплексах проводились на ключевых стационарных участках, заложенных в 70–80-х годах прошлого века советскими и монгольскими учеными, а также авторами настоящей работы в ходе проведения исследований в 2006–2008 гг. на лесных стационарах «Хялганат» и «Тосонцэнгэл» в Северо-Восточном и Центральном Хангае и «Монгонморьт» в Восточном Хэнтэе. Оригинальные данные были получены на 50 постоянных пробных площадях.

Исследованиями установлено, что по иерархии причин, препятствующих естественному семенному возобновлению лиственницы сибирской как главной лесообразующей породы в Монголии, одной из основных является частая повторяемость локальных и тотальных пожаров. Так, в Северо-Восточном Хангае и Восточном Хэнтэе на вырубках разных лет независимо от местоположения внутри лесных массивов или на опушках развиваются преимущественно березовые молодняки порослевого происхождения, возраст которых определяется последним тотальным пожаром в 1996 г. Фактически эти площади представляют начальную стадию

смены коренных лиственничников на производные березняки. В ходе их развития возможно появление подростка лиственницы, но не в массовом количестве, так как его появлению препятствуют конкурентная среда (в разных вариантах густой березняк, мощная подстилка, развитый травяно-кустарниковый ярус), а в сообществах, примыкающих к пастбищам, и повреждение домашним скотом. По крайней мере, в обследованных нами коротко- и длительнопроизводных березовых насаждениях долевое участие взрослой лиственницы редкое или единичное. Молодой подрост лиственницы отсутствует.

В псевдотаежных лиственничных лесах Центрального Хангая (макросклон хр. Тарбагатай) на сплошных вырубках в нижних частях пологих склонов северной экспозиции, контактирующих с выпасаемыми горными степями, развиваются остепненные сообщества дигрессионного типа. Последовательность сукцессионного процесса прослеживается в серии вырубок разной давности. Задернение, иссушение почвогрунтов вместе со снижением уровня мерзлоты и постоянная пастбищная нагрузка исключают возможность появления всходов и формирования подростка лиственницы. Очевидно, что площади остепненных вырубок подлежат изъятию из состава лесного фонда.

Вместе с тем, в псевдотаежном лесном поясе Центрального Хангая имеется немало серий сообществ с прогрессивной направленностью сукцессий. Внутри массивов лиственничных лесов, в изоляции от долинных степей и выпаса, на вырубках разных категорий и на гарях идет успешное семенное возобновление, активное развитие подростка и формирование густых лиственничников. При этом следует особо подчеркнуть, что начальные этапы становления лиственничных молодняков проходят через кустарниковую сукцессионную стадию. Жимолость алтайская *Lonicera altaica* Pall. является доминирующим видом подлеска во всех коренных древостоях в псевдотаежном поясе. После освобождения лесных экотопов от древостоев или их части вегетативно подвижная светолюбивая жимолость разрастается по площади и формирует сообщества из отдельных парциальных особей и плотных кустов с многочисленными осевыми побегами с проективным покрытием (ПП) до 50–60%. Под сенью кустов создаются благоприятные экологические условия для умеренного и массового возобновления лиственницы. По мере увеличения возраста лиственничников и смыкания полога крон кустарниковые сообщества из жимолости распадаются, уменьшается численность и плотность кустов. Так, под 10-летним подростом лиственницы на вырубке ПП жимолости составляет 54%, а в древостоях в возрасте 20 и 35 лет ПП кустарника снижается до 47 и 39% соответственно (Ярмишко и др., 2008). В загущенных жердняковых насаждениях подлесок из жимолости находится в угнетенном состоянии. Старые кусты партикулированы, сквозистые, со многими отмершими ветвями, а молодые кусты и парциальные особи мелкие, слабо развитые и малочисленные. В таких сообществах ПП подлеска не превышает 10%. Невысокая величина проективного покрытия жимолости (до 20%) отмечена также под подростом лиственницы во взрослых древостоях, осветленных выборочными или условно-сплошными рубками.

В рамках обсуждаемой проблемы особый интерес для нас представляют чисто природные сукцессии в растительном покрове Монголии, а именно, — массовое возобновление лиственницы 70–80 лет назад в экотопах, примыкающих к лесным, луговостепным и степным сообществам. Впервые варианты таких молодняков в начале 1970-х годов были описаны И.А. Банниковой (2003). Она образно назвала «ожерельями» и ленточной каймой на опушках в горах лиственничные молодняки, опоясывающие узкой полосой по дуге материнские древостои в нижних частях склонов.

Заселение луговых степей лиственницей было зарегистрировано в Северо-Восточном и Центральном Хангае (Леса..., 1978). Коротков И.А. (1978) отмечал широкое распространение таких молодняков в Восточном Хэнтэе. Казалось бы, что с этим аспектом проблемы сукцессий более или менее ясно, если бы не одно важное обстоятельство, которое требует дополнительных исследований и анализа. В настоящее время в Центральном Хангае происходит массовое усыхание окаймляющих и ленточных лиственничных молодняков. Ранее, при проведении маршрутных исследований, в этом регионе в 2002 и 2004 гг. мы отмечали усыхание только отдельных деревьев на лесных опушках и на некотором удалении от них. В настоящее время

наиболее интенсивное усыхание лиственницы наблюдается на опушках гребней хребтов и грив в пределах средних частей крутых, поросших лесом склонов (прогалины или вековые язвы обезлесивания) и на вершинных опушках гор.

Для наглядности приведем два примера. Обследованный нами густой окаймляющий лиственничный древостой на границе с луговостепной долиной (48°30' с.ш., 98°13' в.д.; 1900 м над ур. м.; ССВ: 8°), состоит из двух возрастных генераций — 51–56 и 70 лет. В древостое со средней высотой 7.9 м насчитывается 43.8 тыс. экз./га особей, из которых 48.4% — сухие деревья на корню. В этом варианте усыхание огромного количества деревьев может быть следствием естественного самоизреживания в процессе острой конкуренции за свет и влагу.

Усыхающий древостой (48°32' с. ш., 98°29' в. д.; 2030 м над ур. м.; СВ: 20°) расположен в 3–5 м за гребнем гряды, чашеобразный юго-восточный склон которой занят степными сообществами. Возраст древостоя 70 лет, средняя высота 9 м. Количество стволов на корню 5.7 тыс. экз./га, из них живых особей насчитывается около 9%.

Поскольку возраст первого поколения всех окаймляющих, ленточных и усыхающих древостоев одинаков, следует предположить, что сходными были и условия для их возникновения (примерно 70 лет назад). Анализ климатической ситуации в 30-х годах XX века по метеоданным, динамике уровня паводков в крупных реках и дендрохронологическим данным показывает, что эти годы были аномально влажными не только в лесных регионах (Pederson et al., 2001; Davi et al., 2006), но и в пустынной зоне Монголии (Гунин и др., 2003). В режиме благоприятного увлажнения в течение нескольких лет произошло массовое возобновление лиственницы в степных экотопах и саксаула зайсанского в крайнеаридной пустыне Заалтайской Гоби.

Причиной усыхания опушечных древостоев, по нашему мнению, не могут быть ни пожары, ни насекомые-вредители. Эти стихийные бедствия охватывают локально крупные лесные массивы, а не узкие полосы леса, труднодоступные и разбросанные на огромной территории. Причем после пожара основная масса деревьев из-за повреждения корней вываливается, а не остается на корню, как при усыхании. Главной причиной одновременного массового процесса усыхания опушечных лиственничников является ухудшение климатической ситуации — глобальное потепление и хроническая аридизация экосистем Монголии (D'Arrigo et al., 2000). Неопровержимым свидетельством тому является истощение лесного фонда страны: за последние 25 лет лесопокрытая площадь сократилась на 1.2 млн га. В настоящее время она составляет 12.9 млн га, из них 2 млн га приходится на саксауловые леса (Энхсайхан и др., 2001; Нарангэрэл, 2004; цит. по: Доржсурэн, 2006). За указанный период высохло 683 из ранее учтенных 5565 рек, речек и ручьев (Доржсурэн, 2006).

Таким образом, в рамках рассматриваемой проблемы три обстоятельства свидетельствуют о том, что главной причиной неудовлетворительного семенного возобновления лиственницы в лесах Монголии являются вековые колебания климата: 1) возрастная и виталитетная структура коренных лиственничников, состоящая из трех генераций: 300–350, 180–200 и 90–100 лет; 2) полное отсутствие молодого подроста в этих лесах, а также в коротко и длительно производных березняках; 3) массовое семенное возобновление лиственницы в ленточных вариантах на местообитаниях горных степей во влажный период 30–40 годов прошлого века.

Очевидно, что массовое семенное возобновление лиственницы сибирской происходит в периоды аномального сочетания гидротермических условий, предположительно с периодом около 100 лет. В последние десятилетия серьезные коррективы в процессы возобновления лиственницы и в направленность восстановительных сукцессий в нарушенных лесах вносят частые пожары разной интенсивности.

ЛИТЕРАТУРА

- Банникова И.А.* Лесостепь внутренней Азии: Структура и функция. М., 2003. 287 с.
Гунин П.Д., Слемнев Н.Н., Цоож Ш. Семенное возобновление растений-доминантов в экосистемах пустынной зоны Монголии: динамика популяций подроста // Ботан. журн. 2003. Т. 88, № 3. С. 1–17.

Доржсурэн Ч. Влияние антропогенных факторов на динамику фитоценозов и возобновление псевдотаежных лиственничников Центрального Хангая в Монгольской Народной Республике: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Л., 1979. 18 с.

Доржсурэн Ч. Структура и антропогенная динамика растительных сообществ лиственничных лесов Монголии: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Красноярск, 2006. 40 с.

Доржсурэн Ч. Антропогенные сукцессии в лиственничных лесах Монголии (Отв. ред. В.Т. Ярмишко). М., 2009. 260 с.

Дугаржав Ч. Естественное возобновление лиственничных лесов в Хангае. Улан-Батор: Изд-во АН МНР, 1985. 107 с.

Коротков И.А. Типы леса Монгольской Народной Республики // Леса Монгольской Народной Республики (география и типология). М., 1978. С. 47–121.

Леса Монгольской Народной Республики (география и типология). М., 1978. 128 с.

Ярмишко В.Т., Слемнев Н.Н., Потокин А.Ф., Ярмишко М.А., Доржсурэн Ч., Зоёо Д., Цогт З. Анализ структуры и продуктивности подтаежных пойменно-долинных нарушенных лесных сообществ в северо-восточном Хангае (Монголия) // Раст. Ресурсы. 2008. Т. 44, вып. 4. С. 66–78.

Davi N.K., Jacoby G.C., Curtis A.E., Baatarbileg N. Extension of drought records for Central Asia using tree rings: West-Central Mongolia // J. of Climate. 2006. V. 19. P. 288–299.

D'Arrigo R., Jacoby G., Pederson N., Frank D., Buckley B., Baatarbileg N., Mijiddorj R., Dugarjav Ch. Mongolian tree-rings, temperature sensitivity and reconstructions of Northern Hemisphere temperature // The Holocene. 2000. V. 10, N 6. P. 669–672.

Pederson N., Jacoby G.C., D'Arrigo R.D., Cook E.R., Buckley B.M., Mijiddorj R. Hydrometeorological reconstructions for Northeastern Mongolia derived from tree rings: 1651-1995 // J. of Climate. 2001. V. 14. P. 872–881.

MONITORING OF STATION-DESTRUCTIVE PROCESSES IN ECOSYSTEMS OF BAIKAL REGION

МОНИТОРИНГ СТАЦИАЛЬНО-ДЕСТРУКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭКОСИСТЕМАХ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

*L.L. Ubugunov, A.I. Kulikov, V.I. Ubugunova, V.L. Ubugunov, Yu.A. Rupyshev, L.T. Hobrakova,
I.N. Lavrentieva, S.N. Danilov, B.Z. Tsydypov, T.P. Nikhileeva, Ts.-D. Ts. Korsunova,
B.T. Baldanov, E.G. Tsyrempilov*

Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russia, ioeb@biol.bsnet.ru

The typology of station-destructive processes (SDP) is created. According to complex character of SDP, the system of biotic and abiotic indicators of SDP is developed. The concept of cryogenic type of SDP is offered. Some results of complex (ecosystem) monitoring of desertification are considered.

Евразийская аридная и засушливая субгумидная «зона» (ЕАСЗ) единой широкой полосой тянется от венгерских пушт на западе до Центральной Азии на востоке. ЕАСЗ является экотонным (тайга-пустыня, гумидная-экстрааридная зоны) образованием надзонального уровня. В зимний период над территорией ЕАСЗ формируется климатический феномен — азиатский антициклон, он в виде ветро-барического водораздела пространственно простирается вдоль ЕАСЗ, образуя так называемую климатическую ось Воейкова, и определяет циклоническую деятельность над всей Евразией. На территории ЕАСЗ развиваются многочисленные стационально-деструкционные процессы (СДП), связанные с деградацией стадий — местообитаний популяций растений и животных.

Северный форпост СДП находится в пределах Центральной Азии, среди агентов СДП на территории ЕАСЗ несет наибольший негатив водная и ветровая эрозия. Северный форпост ЕАСЗ пространственно неоднороден, как пространственно неоднородно распределены экологические ниши разных видов деградации. По радиационно облучаемым аридизированным

склонам, по убурам или елаканам СДП заходят высоко в горы и далеко вклиниваются в высокие широты. Спецификой северного форпоста СДП является их развитие при контакте с вечной мерзлотой.

Считается, что понятие о СДП и опустынивании введено в 1949 г. французским лесоводом-экологом А. Аубзевиллем. В России проблема СДП и опустынивания обсуждалась еще в конце XIX века В.В. Докучаевым, А.А. Измаильским, Г.Н. Высоцким и др. Этими учеными и их последователями (И.К. Пачосский, Г.И. Танфильев, С.И. Коржинский, А.Н. Краснов, В.В. Алехин, Б.А. Келлер и др.) СДП справедливо связывались с высыханием и обезлесиванием. Указывалось как на природную предрасположенность степей к СДП, так и на способствующую этому хозяйственную деятельность человека.

СДП имеют комплексный характер, вследствие чего им подвержены разнообразные природные компоненты: почвы, растительность, воздух, воды. Эти объекты-мишени по-разному реагируют на внешние возмущающие воздействия (процессы деградации), в связи с чем различаются механизмы этих ответных реакций и соответственно выделяются типы СДП (табл.). Предлагается список FAO/UNEP пополнить особым типом СДП и опустынивания — криогенным СДП, который получает развитие на северном форпосте опустынивания (криоаридные степи и лесостепи), где жесткость мерзлотных условий смягчается в связи с потеплением климата и деградацией многолетней криолитозоны.

Таблица. Типы стацциально-деструкционных процессов на северном форпосте

Объект-мишень	Стацциально-деструкционные процессы	Типы стацциально-деструкционных процессов
Почва	Дефляция	Дефляционный
	Эрозия	Водно-эрозионный
	Засоление и осолонцевание (чаще вторично-индуцированные)	Галогеохимический
	Переуплотнение и слитизация	Техногенный, пастбищно-дигрессионный
	Затопление, подтопление, заболачивание	Гидроморфный
	Дегумификация	Дефляционный, эрозионный или дефляционно-эрозионный
	Криогенез и посткриогенные явления	Криогенный
Растительность	Все процессы, ведущие к снижению биоразнообразия и биопродуктивности	Фитодеградационный
Почва и растительность	Загрязнение и замусоривание, складирование отходов	Техногенный
	Нарушение земель при горнотехнической деятельности	
Воды	Загрязнение и истощение	Загрязнение и/или истощение поверхностных и подземных водных ресурсов
Воздух	Загрязнение	Загрязнение воздушной среды
Все компоненты	Комплекс процессов (см. выше), включая точечно-повсеместные кострища и захоронения ТБО	Рекреационный
Мерзлота	Криоэрозия, криосолифлюкция, термокарст	Криогенный

Многообразие типов СДП подразумевает необходимость разработки соответствующей системы индикаторов (биотических и абиотических): 1) вегетационные (растительные); 2) почвенные (педологические); 3) гидрологические и гидрогеологические; 4) климатические; 5) криологические; 6) рекреационные.

В группу вегетационных индикаторов входит мониторинг проективного покрытия в фитоценозах реперных площадок/участков, также изучаются сохранившиеся естественные растения и сообщества, степень трансформации, появление рудеральной растительности и «псаммитизация» растительного покрова (появление или увеличение представительности ксерофитов), в том числе «непоедаемой», наличие «краснокнижных» растений, запасы фитомассы, биопродуктивность растительности. Одним из комплексных показателей является

биоразнообразии растительности. Интересными в индикационном значении являются мхи, которые чутко реагируют на изменение экологических условий.

К группе педологических индикаторов относятся явления дефляции и эрозии, дегумификации, усугубления галогеохимической ситуации, явления «скелетизации» и опесчанивания (относительного роста содержания инертных в физико-химическом отношении фракций хряща (> 1 мм, фракций крупного и среднего песка (1–0.25 мм). Педологическим индикатором СДП следует считать также изменение биоразнообразия почвенной мезофауны.

Основным методом гидрологического, гидрогеологического и климатического мониторинга является ретроспективный анализ многолетних данных по створам, скважинам, метеостанциям.

Криологические диагносты криогенного типа СДП включают в себя криоэрозионные, криосолифлюкционные на мерзлотных склонах, термокарстовые по образованию провалов и проседаний по местам повторно-жильных льдов, термоабразионные.

Задача диагностики типов и этапов СДП сводится к выбору из множества достаточного и адекватного минимума индикаторов, который и становится объектом мониторинга. При этом предмет мониторинга — это функция наблюдаемых параметров от времени и пространства $P(\vec{S}_i, t)$, где P — признак; \vec{S}_i — многомерный вектор пространственных координат (S_1, S_2, S_3) , t — время.

Задачи, стоящие перед мониторингом, по степени алгоритмизации относятся к частично допускающим составление математического алгоритма, то есть задачам их неформального (творческого и нетривиального) решения, которые могут сопровождаться использованием математического аппарата.

Исходя из теории поля, распределение признака можно характеризовать и как неслучайную функцию пространства, и как случайную компоненту. Общее выражение поля какого-либо мониторингового признака можно показать в виде:

$$P(\vec{S}, t) = M[P(\vec{S}, t)] + \Delta P(\vec{S}, t),$$

где $M[P(\vec{S}, t)]$ — математическое ожидание, то есть неслучайная компонента поля мониторингового параметра; $\Delta P(\vec{S}, t)$ — его случайная компонента.

Иерархическая система биогеомониторинга включает три уровня: собственно трансект (уровень 1), биогеомониторинговые полигоны — звенья трансекта (уровень 2), и биогеомониторинговые площадки/участки, на которых проводится мониторинг конкретных показателей (рис. 1).

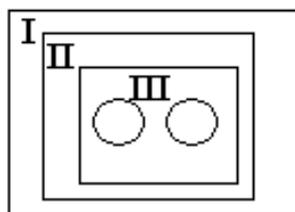


Рис. 1. Иерархическая система мониторинга.
Уровни: I — трансект,
II — полигоны, III — мониторинговые площадки

По маршруту мониторингового трансекта протяженностью от $50^{\circ}23'$ с. ш. (урочище Большие Пески) до $54^{\circ}44'$ с. ш. (урочище Верхние Куйтуны), практически вдоль меридиана 110° в. д., выбраны узловые модельные полигоны, а в их пределах — наблюдательные точки/участки, охватывающие достаточно полное разнообразие экосистем Центральной Азии автоморфного, полугидроморфного и гидроморфного рядов и разнообразие типов СДП.

Основные мониторинговые исследования развернуты на полигоне «Иволгинская котловина». Для этого проведено экологическое профилирование вкост простиранию котловины от южного макросклона и шлейфов хр. Хамар-Дабан через днище котловины со слабодренированными субкотловинами до предгорий, склонов и водораздела противоположного Ганзуринского хребта.

На днище котловины отмечается сложное сочетание различных пойменно-луговых, заболоченных и солончаковых экосистем. Основной особенностью является значительное распространение галоморфных бескильницево-солончаковых и дернистоосоковых заболоченных лугов, парагенетически сопряженных с дефляционно модифицирующимися автоморфными сухостепными и лесными экосистемами, расчлененными овражной эрозией.

Животное население лугов состоит из представителей 11 отрядов и 36 семейств общей численностью 5662 экз. и биомассой 488.3 г. Такие же исследования проведены в лесных и сухостепных экосистемах.



Рис. 2. Погребенный снег в теле бархана. Видно, что зима — не период динамического покоя песков. Криогенную динамику СДП можно установить по датам выпадения снега и мощности покровного слоя песка

В результате полевых тахеометрических и линейных измерений стало возможным выделить в пределах оврагов несколько морфо-функциональных зон: зоны вершины роста с водобойными колодцами (зона наиболее активного линейного регрессивного роста — 16.5 мм/сут.); зоны потенциального бокового и линейного роста оврага; зона актуального роста оврага — 0.25 мм/сут.; зона донной эрозии (продольный профиль не достигает равновесия на 82.34 м).

ANTHROPOGENIC DIGRESSION OF FOREST ECOSYSTEMS IN CENTRAL ECOLOGICAL ZONE OF THE BAIKAL NATURAL AREA

АНТРОПОГЕННАЯ ДИГРЕССИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Yu.N. Krasnoshchekov, M.D. Evdokimenko, Yu.C. Cherednikova

Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk, Russia, institute_forest@Ksc.Krasn.ru

The role of anthropogenic digression in the general status dynamics and also forest structure (amount of woodland, age structure of tree stands, change of species composition of stands and transformation of production process) in central ecological zone of the Baikal natural area has been shown in the paper. It was stated that the present-day volumes of forestry and forest regenerative activities on this area are comparable with inflammability of forests only in single years when the atypical favorable meteorological situation arises in the region. Under extreme conditions (the years 2000, 2003) the pyrogenic factor exceeded 1-2 orders over forestry factor, therefore the last one should be oriented for preventive measures against wild fires as well as for increasing forest stability

against forest fires. Respectively, the innovation and not expensive variants should be worked out for forestry rehabilitation of forest areas damaged by forest fires.

Учитывая особый статус лесных экосистем в центральной экологической зоне (ЦЭЗ) Байкальской природной территории, их высокую средообразующую и защитную значимость, а также высокую чувствительность к антропогенному воздействию, охрана и рациональное использование природных ресурсов должна проводиться здесь на строгой научно-экологической основе, без нарушения сложившегося баланса между наземными и водными экосистемами и хозяйственной деятельностью человека.

Рубки, пожары и растущая рекреационная нагрузка стали привычным атрибутом экзогенного воздействия на лесные массивы. Однако ретроспективный взгляд на динамику этих факторов на фоне вековой истории освоения лесов Прибайкалья свидетельствует о региональной их специфике. Значимость каждого из перечисленных факторов варьировала в зависимости от конкретного района ЦЭЗ, изменялась во времени по ходу освоения лесов. В настоящее время следует отметить доминирующую роль пирогенного фактора.

Условно можно считать, что нормальный темп накопления суммарной площади гарей составляет 3 тыс. га/год. В последнее десятилетие возникла лесопирогенная аномалия. Суммарная площадь пожаров в экстремальные годы (2000-й и 2003-й) многократно превышает норму. В Иркутской области особенно пострадали лесные массивы буферной зоны Прибайкальского национального парка (Ольхонское и Голоустненское лесничества). Так, Голоустненское лесничество в 2003 году потеряло около 20% лесов. В Республике Бурятия наиболее тяжкие последствия пожаров зарегистрированы в Байкальском и Кикинском лесничествах, а также в буферной зоне Забайкальского национального парка — в Усть-Баргузинском лесничестве. Беспрецедентные последствия огненной стихии 2000–2003 гг. нельзя отнести только на счет природных причин. Хотя лесопирогенные аномалии, подобные последней, случались и раньше, в середине 1950-х и во второй половине 1970-х годов, однако то, что произошло в последнее время, во многом обусловлено снижением уровня противопожарной охраны лесов.

Наблюдения за послепожарным состоянием сосновых насаждений свидетельствуют о тяжелых нарушениях, вызываемых сильным низовым огнем. Подрост и подлесок уничтожаются полностью. В основном ярусе также происходят деструктивные потери: сильно изреживаются древостои, полнота сосняков снизилась в среднем на 40-50%, отпад–усыхание деревьев протекает преимущественно за счет отставших в росте особей, хотя и господствующей части ценоза огонь причинил заметные повреждения. Отмечено повреждение крон в размере более 30% от их общего объема. Это означает существенное сокращение ассимиляционного аппарата, что функционально детерминирует понижение прироста деревьев.

Прогрессирующий с возрастом дисбаланс отпада и прироста, обусловленный регулярно повторяющимися низовыми пожарами — характерная особенность сосновых лесов Прибайкалья: прослеживается зависимость уменьшения полноты сосновых древостоев от возраста. К возрасту рубки полнота убывает до 0.6-0.4, при которой лесопользование становится малоэффективным.

В центральной экологической зоне в наиболее распространенных сосняках рододендроновобрусничного цикла типов леса в первый год после пожара на стадии «черной гари» начинается разрастание кипрея и травянистых многолетников с мощной корневой системой. Через 5 лет после пожара резко снижается ценотическая значимость кипрея, увеличивается значимость лесного разнотравья. В отличие от сосняков, на гарях в таежных кедровых лесах кипрейная стадия сукцессии растительности более выражена и растягивается на более длительный период.

Обследование гарей 2003 года в древостоях разных высотно-поясных комплексов, представленных разными эдификаторами, выявило общие тенденции восстановления через листовенную стадию с последующим усилением роли коренных пород. Богатство видового состава сосновой гари, по сравнению с затянувшейся кипрейной стадией и не вполне возобновившимся после огня травяно-кустарничковым ярусом в кедровниках, свидетельствует о различии лесорастительного потенциала двух подразделений горно-таежных лесов исследуемой территории.

В горных условиях при пожарах высокой интенсивности наблюдаются процессы денудации на склонах (снос и переотложение мелкозема), приводящие к формированию либо простых примитивных почвенных профилей с маломощными горизонтами, либо сложных полициклических профилей, часто с погребенными (реликтовыми) горизонтами. На участках гари с высокой интенсивностью пожара почвенный профиль не дифференцирован по гранулометрическому составу. Современный почвообразовательный процесс протекает на глинистом или суглинистом наносе, обогащенном илом и тонкопылеватыми фракциями. Низовые пожары подстилично-гумусового вида трансформируют типодиагностические поверхностные органогенные горизонты почв, приводят к формированию новых органогенных пирогенных горизонтов, которые по составу, зольности и содержанию химических элементов значительно отличаются от природных аналогов. Установлено, что наибольшая концентрация зольных элементов наблюдается в органогенных пирогенных горизонтах, трансформированных пожарами высокой интенсивности. Поведение и содержание химических элементов в лесных подстилках, помимо воздействия пожара и послепожарных сукцессий растительности, обусловлено также геохимической обстановкой региона – скоростью водной миграции и биологического поглощения.

Исследованиями установлено, что современные объемы лесохозяйственных и лесовосстановительных мероприятий на Байкальской природной территории сопоставимы с горимостью лесов только в отдельные годы, когда складывается нетипичная для региона благоприятная метеорологическая ситуация. В экстремальной обстановке (2000, 2003 гг.) пирогенный фактор по площади воздействия на 1–2 порядка преобладал над лесохозяйственным, поэтому последний следует ориентировать на безусловную профилактику пожаров и повышение пожароустойчивости лесов. Это принципиальное условие в отношении лесоводственной реабилитации нарушенных экосистем в исследуемом регионе, т.к., без решения главной задачи — сохранности лесов от огня — практически не имеет смысла решение остальных лесоводственных, лесохозяйственных и экологических задач. При сравнительно низком уровне ведения лесного хозяйства, обусловленном острым дефицитом финансирования, фактические объемы работ по лесовосстановлению и рубкам ухода совершенно недостаточны для того, чтобы эффективно решать традиционные лесоводственные задачи — выращивать высокопродуктивные насаждения целевых пород и обеспечивать надлежащие средообразующие функции лесных массивов. С другой стороны, при заведомо слабой противопожарной охране площадь сгоревших лесов многократно превышает общую площадь вновь созданных и ухоженных насаждений. По нашему мнению, следует кардинально изменить подход к лесовосстановительным и лесохозяйственным мероприятиям. При подборе площадей для их проведения необходимо отдавать предпочтение формированию широких противопожарных барьеров, а также относительно пожароустойчивых насаждений в тех лесных массивах, которые подвержены высокой антропогенной нагрузке и где, соответственно, имеется высокий риск возникновения пожаров. На подобных участках, преимущественно по опушкам вдоль дорог, целесообразно выращивать насаждения из лиственных пород, либо смешанные леса паркового типа.

Таким образом, для лесоводственной реабилитации лесных массивов, страдающих от пирогенной дигрессии, необходимо резко, в 5-10 раз, снизить их горимость, в первую очередь за счет комплексного подхода к противопожарной профилактике.

В 1987 году постановлением Правительства СССР была выделена прибрежная защитная полоса вокруг озера Байкал, таким образом, был законодательно закреплен полный запрет любых рубок главного пользования в лесах, отнесенных к данной зоне.

Спустя 20 лет, при современном реформировании лесного хозяйства, лесоводственные требования к лесозаготовкам в буферной зоне Байкальской природной территории, предписываемые новыми правилами, практически не отличаются от прежних, а следовательно, снова появятся трудноразрешимые проблемы с очисткой лесосек от порубочных остатков, сохранением подроста и молодняка хвойных пород, развитием эрозионных процессов на вырубках и др.

Лимитирующим фактором в практическом внедрении инноваций является ограниченность материально-финансовых и технических ресурсов в лесном хозяйстве, а теперь еще и

наступивший глобальный финансовый кризис. Конечно, нельзя за короткий период времени реализовать перспективные разработки на всей территории лесов ЦЭЗ, но такую работу проводить надо. Выходом из положения представляются локальные модельные леса, хотя бы по одному в каждом из байкальских субъектов РФ: Прибайкальский модельный лес в Иркутской области и Забайкальский модельный лес в Республике Бурятия.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 08-04-00027.

FORESTS CONDITION OF BASIN SELENGA RIVER UNDER ANTHROPOGENIC FACTORS

ЛЕСА БАССЕЙНА РЕКИ СЕЛЕНГИ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

L. V. Afanasyeva

Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russia, afanl@mail.ru

The condition of forests ecosystems of basin Selenga river — the largest tributary of Lake Baikal was studied. It has been shown that the most significant factors reducing ecological potential of forests are falling of trees, fires and industrial pollution. Data on pollution and condition of pine tree-stands obtained in basin Selenga river have been analyzed. Evaluation of forests pollution level was carried out on the accumulation of chemical elements in the Scots pine needles, according the counted coefficients of their concentrations. Vital state of tree-stands was valued by a complex of morphological and structural parameters of trees.

В последние десятилетия в условиях прогрессирующей антропогенной нагрузки на окружающую природную среду отмечается тенденция к снижению средозащитного и водорегулирующего потенциала лесных экосистем Байкальского региона, являющихся важнейшим средообразующим ресурсом водосборного бассейна оз. Байкал (Тулохонов, 1996). В этой связи приоритетными становятся исследования, связанные с изучением реакции лесных биогеоценозов на изменения характеристик внешней среды, а также с оценкой последствий воздействия на них природных и антропогенных факторов.

Цель данной работы — проанализировать состояние лесных экосистем в бассейне самого крупного притока оз. Байкал — р. Селенги (на территории РФ) и на этой основе оценить степень снижения их средообразующих функций.

Натурными обследованиями была охвачена лесопокрытая территория бассейна р. Селенги общей площадью около 8 млн га, включающая 13 административных районов Республики Бурятия и 3 — Забайкальского края. Район исследований отличается значительным разнообразием орографических, климатических, гидрологических и почвенных условий (Атлас..., 1967). Около 70% территории покрыто лесами, в составе которых преобладают хвойные породы — лиственница, сосна, кедр, пихта, ель, при этом преимущественное распространение имеют горно-таежные и подтаежные лиственничные (53.5%) и сосновые (19.5%) леса. Жесткие лесорастительные условия (длительный период низких температур, малое количество осадков, малоплодородные почвы, короткий период вегетации) обуславливают формирование на большей части обследованной территории лесов низкой продуктивности — преимущественное распространение имеют древостои IV класса бонитета, при полноте 0.4–0.6.

Леса бассейна р. Селенги подвергаются воздействию целого ряда природных и антропогенных факторов, среди которых наиболее значимыми являются рубки и пожары, а в последние десятилетия — атмосферные выбросы промышленных предприятий.

В прошлое столетие практически вся территория была пройдена бессистемными, нередко интенсивными рубками, основная часть которых проводилась в долине реки и в бассейнах ее крупных притоков — р. Уды, Хилка, Чикоя, преимущественно в спелых сосновых насаждениях, при этом ежегодный объем лесозаготовок достигал 6 млн м³ (Леса..., 1969). Следует отметить, что сосновые леса в силу их топографического положения и народнохозяйственного значения наиболее подвержены воздействию антропогенных факторов разного генезиса. Они до сих пор

являются основным объектом лесозаготовки — из 1.5 млн м³ ежегодно заготавливаемой древесины 65% приходится на долю сосны. Кроме того, все чаще в сосняках регистрируются нелегальные рубки — только в 2005 г. объем нелегально вырубленной древесины составил около 5 млн м³. Наиболее неблагоприятными в этом отношении считаются территории бассейнов рек Уды, Хилка, Чикоя (Госдоклад..., 2008).

С каждым годом все в большей степени леса страдают и от пожаров. Продолжительность пожароопасного периода в светлых насаждениях бассейна р. Селенги составляет в среднем 143 дня. Пирогенная дигрессия лесов снижает продуктивность насаждений, вызывает их изреживание, а в аридных условиях южной части бассейна усиливает тенденцию к обезлесению. За последние 5 лет (2003–2008 гг.) на обследованной территории было зарегистрировано более 4.7 тыс. пожаров на общей площади около 600 тыс. га (5% лесопокрытой территории). Наибольшее количество пожаров отмечается в местах повышенной антропогенной нагрузки — в окрестностях крупных населенных пунктов и основных транспортных путей, где велика плотность населения и посещаемость лесов (Заиграевский, Кижингинский, Петровск-Забайкальский, Хилокский, Красночикойский, Бичурский районы). В результате действия этих факторов отмечается сокращение лесопокрытой площади, изменение породного состава в сторону увеличения доли мелколиственных пород, изменяется также возрастная структура хвойных насаждений — снижается процент спелых и приспевающих древостоев на фоне увеличения молодняков (Госдоклад..., 2008).

В последние десятилетия одним из значимых факторов, определяющих состояние лесов Байкальского региона, становится атмосферное промышленное загрязнение (Михайлова и др., 2008). Значимость промышленных эмиссий как негативного экологического фактора в бассейне р. Селенги обусловлена расположением в центральной части крупных промышленных узлов Республики Бурятия (Улан-Удэнский, Гусиноозерский, Нижнеселенгинский), ежегодный суммарный объем аэровыбросов которых превышает 80 тыс. т. (Госдоклад..., 2008). Кроме того, на этой территории имеется ряд более мелких селитебно-промышленных комплексов (г. Кяхта, Петровск-Забайкальский, Закаменск) с низким уровнем загрязнения.

Нами были детально обследованы леса, подвергающиеся воздействию атмосферных выбросов крупных промузлов Республики Бурятия. Экспедиционные исследования осуществлялись маршрутно-ключевым методом с закладкой пробных площадей по принятым методикам. Объектом исследования служили древостои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), одной из основных лесобразующих пород региона, используемой в качестве фитоиндикатора техногенного загрязнения атмосферного воздуха. Было заложено 54 пробных площади, на каждой из которых определяли ряд важнейших таксационных, визуальных, морфометрических параметров древостоя. Параллельно производили отбор проб хвои, в которой определяли содержание 16 химических элементов.

На основе данных элементного состава хвои, в соответствии с рассчитанными коэффициентами концентрации, проведено ранжирование насаждений по уровню их загрязнения техногенными эмиссиями. Установлено, что в настоящее время загрязнение лесов имеет локальный характер и сосредоточено в окрестностях промузлов и на расстоянии до 40 км от них. Во многом это обусловлено орографическими условиями бассейна р. Селенги — сильно расчлененным рельефом, относительно высокими хребтами, расположением промузлов в пределах замкнутых и полужамкнутых котловин, что препятствует распространению аэропромвыбросов на значительные расстояния. Согласно расчетам, общая площадь загрязняемых насаждений в центральной части бассейна р. Селенги составляет примерно 660 тыс. га.

Состояние сосновых древостоев оценивалось по комплексу визуальных и морфоструктурных параметров крон деревьев. В соответствии с полученными данными выделены территории с разной степенью угнетения насаждений. Так, древостои сильной степени угнетения обнаружены вблизи промузлов и на расстоянии 4–16 км от них в сторону преобладающего атмосферного переноса, они составляют около 2.8% обследованных лесов. У этих древостоев изменения визуальных и морфоструктурных показателей свидетельствуют о низком уровне

защитных механизмов и ростовых процессов: продолжительность жизни хвои не превышает трех лет, при фоновом значении 5–6 лет; масса и длина хвои и побегов снижены в 1.5–2 раза; уровень дефолиации крон превышает 50%, при фоновом значении — 25–30%.

Древостои средней степени угнетения обнаружены на расстоянии 20–40 км от основных промузлов и вблизи крупных населенных пунктов, таких, как пос. Тарбагатай и г. Кяхта. Их общая площадь в бассейне р. Селенги составляет 474 тыс. га, или 9.4%. Продолжительность жизни хвои у таких древостоев не превышает четырех лет, масса хвои на побеге и длина побегов ниже фоновых показателей, уровень дефолиации крон — 40–45%.

Слабо угнетенные насаждения выявлены на территории более 1.5 млн га — они расположены на расстоянии 40–60 км от основных промузлов, в окрестностях г. Петровск-Забайкальский, пос. Петропавловка, а также на водораздельных возвышенностях — хребтах Заганском, Боргойском и Улан-Бургасы. Эти древостои характеризуются наличием небольших, но статистически достоверных нарушений метаболизма. Визуально они отличаются от фоновых более высоким уровнем дефолиации крон, составляющим 35%, возраст хвои не превышает пяти лет. При этом их широкое распространение связано с воздействием не столько промышленного загрязнения, сколько других факторов (насекомых-вредителей, болезней леса, частых пожаров). Многие насаждения представлены различными восстановительными сукцессионными стадиями после рубок и пожаров.

Наибольшую территорию в бассейне р. Селенги в настоящее время занимают фоновые (относительно здоровые) насаждения. Они охватывают площадь около 6 млн га (примерно 60% от всей обследованной территории) и произрастают на расстоянии свыше 60 км от основных промузлов, а также на отрогах хребтов малый Хамар-Дабан, Малханский, Цаган-Хуртей, Мухар-Тала, Джидинский и др.

Из полученных данных следует, что в настоящее время снижение средообразующего потенциала лесов на обследованной территории происходит за счет сокращения площади приспевающих и спелых насаждений вследствие частых пожаров и рубок (большой частью нелегальных). Техногенное загрязнение оказывает локальное воздействие, в частности, на сосновые древостои, расположенные в окрестностях крупных промышленных узлов Республики Бурятия и на расстоянии до 40 км от них.

ЛИТЕРАТУРА

Атлас Забайкалья. М.: Иркутск, 1967. 176 с.

Государственный доклад «О состоянии оз. Байкал и мерах по его охране в 2008 г.». Иркутск: Росгеолфонд, 2008. 455 с.

Леса СССР. М.: Наука, 1969. 768 с.

Михайлова Т.А., Плешанов А.С., Афанасьева Л.В. Картографическая оценка загрязнения лесных экосистем Байкальской природной территории техногенными эмиссиями // География и природные ресурсы. 2008. № 4. С. 18–23.

Тулохонов А.К. Байкальский регион: Проблемы устойчивого развития. Новосибирск: Наука, 1996. 208с.

RESTORING OF LARCH FORESTS AT BURNED AND LOGGED AREAS IN ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛИСТВЕННИЧНЫХ ЛЕСОВ НА ГАРЯХ И ВЫРУБКАХ В МОНГОЛИИ

I.M. Danilin¹, Ch. Dorjsuren², Z. Tsogt²

¹*Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk, Russia, danilin@ksc.krasn.ru*

²*Institute of Botany MAS, Ulaanbaatar, Mongolia, chdorj_07@yahoo.com; ztsogt@yahoo.com*

Peculiarities of forming and growth of the Siberian larch (*Larix sibirica* Ldb.) stands at the southern boundary of its distribution in Mongolia were studied. Directions for regeneration dynamics and tree stand formation under pirogenic and anthropogenic factors (forest fires, commercial cuts), which are widely presented in Mongolia, are analyzed and discussed in the paper.

Леса Монголии, произрастая на границе бореальной зоны, степей и пустынь, являются южным форпостом распространения лесной растительности в Центральной Азии. Географическое положение Монголии (между 51–54° с. ш. и 88–120° в. д.) предопределяет сочетание различных природных экологических условий и растительности. Северная часть Монголии занята Хангайской горной страной и Хэнтэем, представляющими собой окраинные поднятия гор Южной Сибири (Леса МНР, 1978; Ecosystems..., 2005).

Леса Монголии выполняют важные ресурсные и экологические функции, особенно велика их водоохранная и почвозащитная роль. По состоянию на 2008 год лесной фонд Монголии составляет 19116.1 тыс. га. Из них покрытая лесом площадь занимает 17660.6 тыс. га, или 8.6% от общей площади страны. Хвойные леса занимают 78.7%, а лиственные — 16.8% от покрытой лесом площади. Площадь саксаульников составляет 607.6 тыс. га (4.5%). Процентное соотношение основных лесобразующих пород выглядит следующим образом: лиственница сибирская — 73.5%, береза плосколистная — 11.3%, сосна сибирская — 7.7%, сосна обыкновенная — 6.0% (Доржсурэн, 2009).

Согласно лесорастительному районированию Монголии (Леса МНР, 1978), районы наших исследований относятся к Центрально-Хангайской провинции Хангайской лесорастительной области горных степей и лиственных лесов и к Восточно-Хэнтэйской провинции Южно-Забайкальской лесорастительной области. Центральный Хангай (47–52° с. ш. и 96–101° в. д.) занимает наиболее приподнятую над уровнем моря территорию Хангая, представляющую собой систему горных хребтов широтного простирания, и Дархатскую котловину с её горным обрамлением.

Исследования проводились в наиболее типичных в Центральном Хангае лесах хребта Тарбагатай (3240 м над ур. м.), которые являются лесосырьевой базой крупнейшего в стране Тосонцэнгельского деревообрабатывающего комбината. Абсолютные высоты наиболее высоких гор превышают 3000 м над ур. м., днища долин наиболее крупных рек и межгорные равнины расположены на высотах 1650–1800 м. Хребет Тарбагатай находится в центральной части Хангайской горной страны. Он протянулся в широтном направлении и является основным водоразделом рек Идэр и Чулуут. Северный склон хребта длинный, полого падающий к долине Идэра, южный — крутой и короткий. Восточный Хэнтэй занимает территорию бассейнов верховий рек Онон и Керулен и Тола (Леса МНР, 1978). Согласно геоморфологическому районированию Монголии, он относится к Центральной и Восточно-Хэнтэйской подпровинциям Хэнтэйской провинции. Колебания абсолютных высот составляют от 1000 м над ур. м. (верховья р. Онон) до 2500 м на водоразделах.

Хэнтэй — это типичное невысокое, сильно размытое и сглаженное в большей своей части, сводообразное мелкоблоковое нагорье, с характерным гольцовым рельефом в вершине свода. В геологическом отношении Хэнтэйское нагорье сложено преимущественно протерозойскими и палеозойскими метаморфизированными осадочными породами, прорванными интрузиями гранитов.

Лесные пожары в Монголии на протяжении многих тысячелетий влияли на формирование и развитие лесных экосистем и целых ландшафтов. Влияние пожаров на состояние, динамику и экологическое равновесие лесов таежной зоны значительно превосходит техногенные воздействия. Пирогенный фактор по своим масштабам тем более не сравним с такими лесоводственными мероприятиями, как создание лесных культур, рубки ухода, содействие естественному лесовозобновлению. Ежегодно в лесах Монголии на нескольких тысячах гектаров под влиянием огня происходит смена пород, изреживание или гибель древостоев, коренным образом меняются экологические условия (Ecosystems, 2005; Доржсурэн, 2009).

В лиственных лесах Центрального Хангая и Восточного Хэнтэя молодняки лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) представлены, как правило, небольшими площадями насаждений I–III классов возраста. Лиственные молодняки Центрального Хангая и Восточного Хэнтэя имеют в основном послепожарное происхождение и представлены разнотравно-ритидиевым, остепненно-разнотравным и лугово-разнотравным типами леса. Эти насаждения имеют важное значение для выявления динамики процессов естественного

формирования древостоев, поэтому их изучение представляет большой практический интерес.

В процессе формирования молодняков уменьшается общее количество деревьев и изменяется состав древостоев. В лиственных древостоях наибольший процент отпада деревьев наблюдается в возрастной период от 10 до 40 лет, а в период от 40 до 60 лет темпы естественного изреживания древостоя снижаются. В Центральном Хангае в лиственных молодняках наибольший процент отпада деревьев наблюдается в период от 40 до 50 лет. В насаждениях старше 50 лет темп естественного изреживания древостоев снижается. В Восточном Хэнтэ процесс интенсивного естественного изреживания наблюдается в возрастной период от 20 до 40 лет. В березово-лиственных молодняках с возрастом значительно увеличивается процент участия березы за счёт вытеснения хвойных пород. В лиственно-березовых молодняках в течение всей фазы формирования молодняка (15–50 лет) сохраняется почти постоянный состав (Данилин, 2009, Доржсурэн, 2009).

Расположение деревьев по площади преимущественно групповое, характерное для фазы формирования молодняков, постепенно утрачивается (в чистых молодняках в большей степени, чем в смешанных) и показатели густоты деревьев в группах приближаются к среднему по насаждению. При анализе структуры древостоев, следует обратить внимание на неприменимость закономерностей «нормального строения древостоя» по отношению к молодым сомкнутым лиственным насаждениям. В молодняках кривая распределения деревьев по естественными ступеням толщины выходит далеко за границы кривой нормального распределения. Максимальное число стволов здесь приходится не на средние, а на низшие ступени толщины, в связи с чем кривая распределения деревьев падает от низших ступеней толщины к высшим.

Адекватное и эффективное сглаживание эмпирических кривых распределения достигается функцией вероятности плотности распределения Вейбулла с четырьмя параметрами: b , c , θ и e : $f(x) = c/b * [(x-\theta)/b]^{c-1} * e^{-[(x-\theta)/b]^c}$, $0 \leq x < \infty$, $b > 0$, $c > 0$, $\theta > 0$, где b — параметр масштаба, c — параметр формы, θ — параметр сдвига (местоположения), e — основание натурального логарифма Эйлера. Для распределения деревьев по морфологическим признакам характерна автокорреляция (рис.). Морфологические показатели стволов и крон деревьев в насаждениях имеют значительное варьирование, но взаимная коррелированность признаков во всех случаях значима при уровне доверительной вероятности 95% ($0.43 \leq R \leq 0.98$; $P = 95.00\%$). Зависимости между морфологическими признаками деревьев адекватно и эффективно аппроксимируются регрессионными уравнениями экспоненциального типа (табл.) (Данилин, 2009).

Анализ возрастной структуры смешанных молодняков показал, что период формирования хвойной части безпожарных молодняков более продолжителен по сравнению с послепожарными. Обычно он колеблется от 20 до 40 лет. Интенсивность возобновления лиственницы в течение этого периода невысокая, а весь процесс протекает относительно равномерно как под пологом древостоев, так и на вырубках.

Возраст лиственных древостоев, как правило, равен величине периода после главной рубки. Их интенсивное возобновление ограничивается сроком 5–7 лет. В послепожарных молодняках заселение лиственных пород завершается весьма активно за 3–5 лет.

Период заселения вырубок лиственницей, если имеются источники семян, обычно ограничивается 5–15 годами.

В послепожарных насаждениях создаются условия для формирования относительно однородных молодняков за счёт выравнивания микросреды вырубок, пройденных сплошными палом. Групповое размещение деревьев по площади заметнее выражено на возобновительном этапе.

В процессе формирования молодняков изменяется общее число деревьев и состав насаждений. Короткий возобновительный период лиственных пород обуславливает кульминацию числа деревьев в раннем возрасте (3–5 лет), в то время как кульминация численности лиственницы наступает значительно позже — в 10–20 лет. Естественный процесс дальнейшего формирования насаждений характеризуется неуклонным повышением доли лиственницы в составе древостоев с увеличением их возраста.

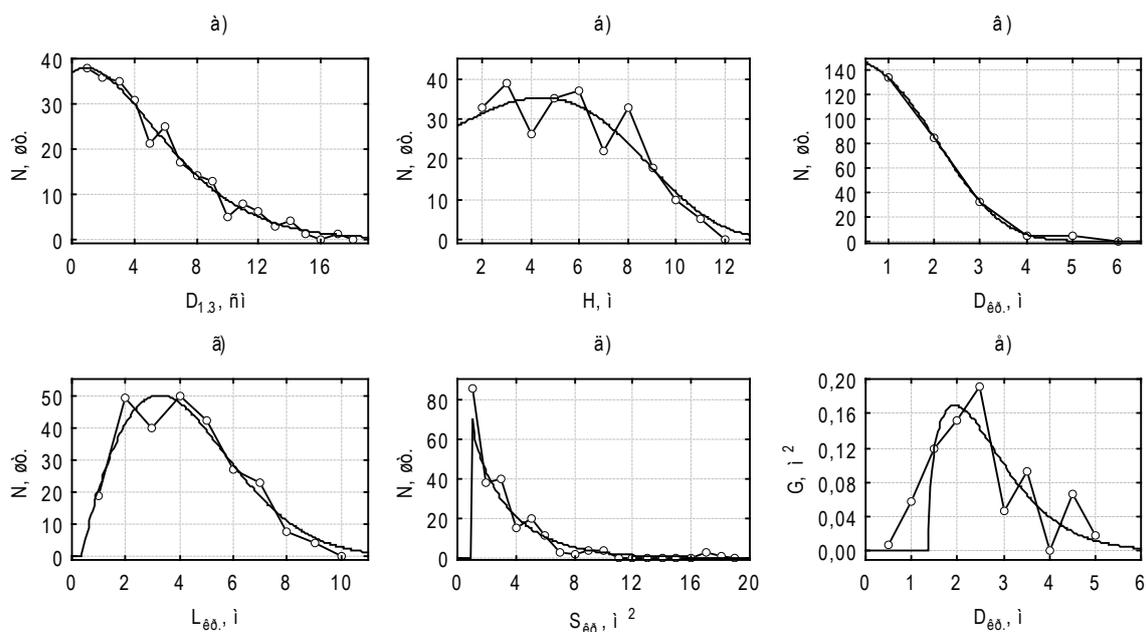


Рис. Распределение деревьев лиственницы по морфометрическим показателям стволов и крон, аппроксимированное функцией Вейбулла: а) — $D_{1.3}$, б) — H , в) — $D_{кр.}$, г) — $L_{кр.}$, д) — $S_{кр.}$, е) — $Gf(D_{кр.})$.

Примечание. N — число деревьев; $D_{1.3}$ — диаметр ствола на высоте 1.3 м от его основания; H — высота дерева, $D_{кр.}$ — диаметр кроны; $L_{кр.}$ — длина кроны; $S_{кр.}$ — площадь кроны; G — площадь сечения ствола на высоте 1.3 м от его основания.

Таблица. Параметры уравнений множественной регрессии связи морфологических показателей деревьев в лиственничнике при уровне доверительной вероятности 95% (уровень значимости $\alpha < 0.05$)

Коэффициенты уравнения	Величина коэффициента	Стандартная ошибка коэффициента	t-критерий	p-уровень	Нижний доверительный порог	Верхний доверительный порог
$D_{1.3} = \exp(a + a_1 H + a_2 D_{кр.})$ ($R^2 = 0.827$)						
a	0.1894	0.065	2.9186	0.00	0.062	0.317
a_1	0.2367	0.008	31.2820	0.00	0.222	0.252
a_2	-0.0341	0.017	-1.9740	0.05	-0.068	-0.000
$D_{1.3} = \exp(a + a_1 H + a_2 L_{кр.})$ ($R^2 = 0.828$)						
a	0.1791	0.064	2.8104	0.01	0.054	0.305
a_1	0.2384	0.008	31.0579	0.00	0.223	0.254
a_2	-0.0135	0.006	-2.1389	0.03	-0.026	-0.001
$S_{кр.} = \exp(a + a_1 H + a_2 D_{кр.})$ ($R^2 = 0.331$)						
a	-0.3631	0.192	-1.8942	0.06	-0.741	0.014
a_1	0.2275	0.023	10.1098	0.00	0.183	0.272
a_2	-0.0424	0.052	-0.8118	0.42	-0.145	0.060
$S_{кр.} = \exp(a + a_1 D_{1.3} + a_2 H)$ ($R^2 = 0.665$)						
a	-0.1033	0.090	-1.1448	0.25	-0.281	0.074
a_1	0.1819	0.007	24.7095	0.00	0.167	0.196
a_2	-0.0110	0.009	-1.2075	0.23	-0.029	0.007

С лесоводственной и экологической точек зрения, в процессе дальнейшей сукцессионной смены лесной растительности предпочтительно формирование коренной ценопопуляции

исходной породы-эдификатора — лиственницы сибирской, так как лиственничные фитоценозы более устойчивы к внешним воздействиям и лучше, чем лиственные (березовые и осиновые), выполняют защитные функции лесной экосистемы: водоохранную, водорегулирующую, почвозащитную, средообразующую (Савин, 1985; Доржсурэн, 2009; Данилин, 2009). Важен также и хозяйственный аспект — воспроизводство ресурсов древесины ценной хвойной породы, лекарственного и технического сырья, улучшение среды обитания лесных животных.

Формированию лиственничного насаждения можно способствовать путем содействия естественному возобновлению: рыхлением почвы на глубину 12–15 см, посадкой лесных культур (Савин, 1985).

ЛИТЕРАТУРА

Данилин И.М. Структура послепожарных березняков на южном пределе распространения // Лесоведение. 2009. № 3. С. 20–31.

Доржсурэн Ч. Антропогенные сукцессии в лиственничных лесах Монголии. М.: Ин-т проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 2009. 260 с. (Биологические ресурсы и природные условия Монголии: Тр. Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции; Т. 50).

Леса Монгольской Народной Республики (география и типология). М.: Наука, 1978. 128 с.

Савин Е.Н. Лесовосстановление светлохвойных лесов МНР (природа лесовозобновления, лесоводственные мероприятия): Автореф дис. ... д-ра с.-х. наук в форме науч. докл. Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1985. 50 с.

Ecosystems of Mongolia. Atlas. Moscow: Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, 2005. 48 p.

ANTHROPOGENIC SUCCESSIONS ON PASTURES AND AGRICULTURAL LANDS IN THE CENTRAL PART OF SELENGA BASIN

АНТРОПОГЕННЫЕ СУКЦЕССИИ НА ЗЕМЛЯХ ПАСТБИЩНОГО И БОГАРНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БАСЕЙНА СЕЛЕНГИ

E.V. Danzhalova, S.N. Bazha, P.D. Gunin, Yu.I. Drobyshev, S.V. Kontsov, S. Khadbaatar

Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow, Russia, monexp@mail.ru

Agricultural using together with increasing for the last 20 years pastoral loads lead to considerable changes both in vegetative cover and soils' characters. These changes attain their maximal values in ecosystems of fallow. Under grazing, total above phytomass drops to 1,2-2,2 times, and the structure of plant community changes. Thus, the following digressive-active species become dominants: *Artemisia frigida* and *Carex korshinskyi* in moderate wet steppes, *Carex duriuscula* and *Leymus chinensis* in moderate dry steppes, and *Artemisia adamsii* with *Potentilla acaulis* in dry steppes. Besides, the role of bushes grows up due to the increase of *Caragana pygmaea*, *C. microphylla*, *Artemisia frigida*, *A. adamsii* in the communities' structure. Plant communities that have developed on fallows are differed by radical change of vegetation. Here annual, perennial, and bushy forms of *Artemisia*, hemp (*Cannabis sativa*), and rhizome species (*Leymus chinensis*, *Carex duriuscula*) dominate.

Our studies of chestnut soils on pastoral and dry agriculture have shown that the principal diagnostic feature of their degradation is the process of degumification and diminishing of the humus horizon. On fallows the soil layer, in general, becomes shorter; small soil particles go out from the plowing horizons; and the soil surface becomes stonier.

Наиболее экологичным использованием степей центральной части бассейна р. Селенги до недавнего времени оставалось кочевое скотоводство. Однако усилившиеся за последние 20 лет пастбищные нагрузки, связанные с ростом поголовья скота, стали приводить к значительным нарушениям почвенно-растительного покрова и трансформации экосистем (Бажа и др., 2008; Данжалова, 2008). К кардинальной смене растительности и существенным изменениям свойств

каштановых почв также привела и распашка этой территории в 70–80 гг. XX в. (Романов и др., 1988; Панкова, Гунин, 1990). Целью данного исследования является выявление особенностей динамики почвенно-растительного покрова степных экосистем с учетом их пастбищного и сельскохозяйственного использования.

Единовременные исследования, приуроченные к периоду максимума вегетации (июль–август), проводились в трех подзональных типах степей: умеренно-влажных (луговых), умеренно-сухих (настоящих) и сухих. Каждый исследуемый полигон представляет собой выдел географической фации, включающий в себя участки с разным режимом использования: пастбище и залежь. В качестве эталонов в пределах этих же фаций были выбраны условно заповедные участки, находящиеся более 50 лет в зоне отчуждения железной дороги Сухэ-Батор – Улан-Батор и около 30 лет — ее ответвлений: Дархан – Шарын-Гол и Салхит – Эрдэнэт.

В подзоне умеренно-влажных степей состояние почвенно-растительного покрова было изучено на примере выдела фации с разнотравно-ковыльным сообществом на темно-каштановых легкосуглинистых почвах в нижней части пологого склона увалистого плато, расположенного в сомоне Хонгор Дарханского аймака (полигон № XXXIII). На эталонном участке распространено разнотравно-сибирскоковыльно-байкальскоковыльное с караганой сообщество из 37 видов растений. Общее проективное покрытие составило более 50%, надземная фитомасса сообщества — 271 г/м². Более 85% этих запасов приходится на злаки (*Stipa sibirica*, *S. baicalensis*, *Poa attenuata* и *Festuca lenensis*). Из многолетнего разнотравья заметное участие в структуре общей фитомассы имеют *Galium verum* и *Veronica incana*. *Caragana pugnata* формирует 8.2% фитомассы. Луки и осоки в структуре сообщества играли незначительную роль. В условиях выпаса сформировалось разнотравно-осоково-ковыльно-холоднопопынное с караганой сообщество. Видовое разнообразие сократилось до 30 видов, проективное покрытие травостоя — до 40.8%. Общая надземная фитомасса снизилась в 1.2 раза. Доминантом является полукустарничек *Artemisia frigida*, который формирует более 30% всей фитомассы. Кустарник *Caragana pugnata* при выпасе увеличил свою фитомассу почти в 3 раза. Из злаков на укосных площадках отмечены только ковыли *Stipa baicalensis* и *S. sibirica*, их фитомасса сократилась в 7 раз по сравнению с участком в заповедном режиме. Возросло участие *Carex korshinskyi*. Значительное участие в структуре сообщества имеют одно-, двулетние виды (*Artemisia scoparia* и *Dontostemon integrifolia*). На залежах в условиях восстановления растительности сформировалось однолетнепопынно-вострецовое сообщество с высокой степенью проективного покрытия (табл.).

Исследуемые эталонные темно-каштановые почвы характеризуются мощностью гумусового горизонта 67 см и содержанием гумуса в верхнем горизонте (0–30 см) до 3.5–4.0%, а также хорошо выраженным плотным карбонатным горизонтом. При пастбищном режиме использования в почвах отмечается снижение содержания гумуса в верхнем горизонте на незначительную (до 5–10%) величину. Естественная влажность в почвах пастбищного участка оказалась выше, чем при заповедании, что можно объяснить меньшим расходом влаги дигрессионной растительностью (табл.). В большей степени почва деградирует на залежах. Так, мощность гумусового горизонта за период эксплуатации богарных почв уменьшилась на 11 см. Содержание гумуса снизилось на 43% и в настоящее время не превышает 2.5%. Значения естественной влажности почв залежных участков превышают таковые на эталонных участках и пастбищах, что связано с лучшей промачиваемостью залежных земель и незначительным расходом влаги сообществами из сорной растительности.

В умеренно-сухих степях был исследован выдел фации с байкальскоковыльными сообществами на темно-каштановых легкосуглинистых почвах по очень пологому эолово-аккумулятивному шлейфу внутригорной долины (холмистого низкогорья), сложенной лессовидными пылеватыми суглинками в сомоне Номгон Селенгинского аймака (полигон № XXXV). Заповедный фрагмент степи представлен байкальскоковыльным с караганой сообществом, которое формируют 13 видов. Проективное покрытие травостоя составляет более 50%, общая фитомасса — 261.4 г/м². Около 90% фитомассы накапливает ковыль *Stipa baicalensis*. Из других злаков на укосных площадках с небольшим обилием присутствуют *Leymus*

chinensis, *Stipa sibirica*. Участие осоки *Carex duriuscula* невелико (менее 1%). Из многолетнего разнотравья заметную долю в структуре фитомассы имеет *Cymbaria daurica*. Кустарник *Caragana microphylla* образует всего 0.2% фитомассы. При пастбищном использовании сформировалось луково-злаково-осоковое с караганой сообщество. Количество видов увеличилось до 18, проективное покрытие — до 73.6%. Общие запасы фитомассы снижаются в 2.3 раза. Лидирующие позиции в структуре сообщества принадлежат *Carex duriuscula*, которая формирует более 41% массы. Содоминирует корневищный злак *Leymus chinensis*. Роль *Stipa baicalensis* здесь резко снижается (в 18 раз), а *S. sibirica* выпала из травостоя. Участие *Caragana microphylla* увеличивается до 2.7% по фитомассе. На залежном участке в настоящее время сформировалась густая конопляно-осоковая растительность из 20 видов и с проективным покрытием травостоя 43% (табл.).

Таблица. Основные характеристики почвенно-растительного покрова исследуемых сообществ степных экосистем центральной части бассейна Селенги

Полигон	Режим использования	Растительное сообщество	Число видов (100 м ²)	Проективное покрытие, %	Надземная фитомасса, г/м ²	Почва	Естественная влажность, % (0–30 см)	Содержание гумуса, % (0–30 см)
XXXIII	заповедание	разнотравно-сибирскоковыльнo-байкальскоковыльнoе с караганой	37	53.5	271.0	темно-каштановая легкосуглинистая	3.3	3.75
	пастбище	разнотравно-осоково-ковыльнo-холодно-полынное с караганой	30	40.8	173.9		4.3	3.4
	залежь	однолетнеполынно-вострецовое	–	60–80	–		6.2	2.1
XXXV	заповедание	байкальскоковыльнoе с караганой	13	>50	261.4	темно-каштановая легкосуглинистая	3.3	2.82
	пастбище	луково-злаково-осоковое с караганой	18	73.6	116.0		4.1	1.59
	залежь	конопляно-осоковое	20	43	–		5.8	1.5
XXVI	заповедание	разнотравно-крыловоковыльнoе	34	40.5	212.4	каштановая суглинистая среднемощная	8.7	2.1
	пастбище	разнотравно-полынно-злаковое	30	31	104.7		10.3	–
	залежь	разнотравно-злаково-полынное	21	26	–		11.1	1.3

В связи со слабым промывным режимом суглинистых грунтов в сформированных почвах регистрируется достаточно хорошо выраженный карбонатный горизонт с содержанием карбонатов до 5.4%. В почвенных профилях трех разрезов обнаружены погребенные гумусовые горизонты: в заповедном участке на глубине 52–63 см, а на залежи — 59–73 см. Сравнительный анализ данных по содержанию гумуса в верхнем (0–30 см) горизонте показывает наибольшую величину на заповедном участке (2.82%). На пастбище абсолютная разница достигает 0.9%, а на залежи — 1.3%. В связи с этим, величины изменений по сравнению с заповедным участком достигают максимума: 56.6 и 86.6%, соответственно. При этом мощность гумусового горизонта на залежи уменьшилась на 15 см. Эти данные свидетельствуют о значительной деградации каштановых почв на залежах. В почвах залежи отмечается увеличение содержания подвижных форм фосфора и калия, по сравнению с почвами пастбищ на 33 и 39%, соответственно. По содержанию естественной влаги здесь также выделяются почвы залежного участка с

наибольшим ее значением (табл.).

В сухих степях была исследована фация с ковыльной степью на каштановых суглинистых среднетощих почвах на пологом шлейфе, сложенном суглинисто-щебнистым пролювием в сомоне Бат-Сумбэр Центрального аймака (полигон № XXVI). На заповедном участке представлено разнотравно-байкальско-ковыльно-крылово-ковыльное сообщество с видовым разнообразием, равным 34. Проективное покрытие травостоя — 40.5%. Запасы общей фитомассы составляют 212.4 г/м², причем более 60% приходится на долю плотнодерновинных злаков *Stipa krylovii* и *S. baicalensis*. Многолетнее разнотравье образует 18% фитомассы, хорошее развитие было отмечено у *Vupleurum scorzonerifolium* и *Convolvulus ammannii*. Примитивный полукустарничек *Artemisia adamsii* накапливает почти 10% фитомассы. На выпасе распространено разнотравно-полынно-злаковое сообщество. В нем видовое обилие сократилось до 30 видов. Проективное покрытие травостоя снизилось в 1.3, а общая фитомасса — в 2 раза. Доминирующие позиции здесь занимает *Artemisia adamsii* (24%). Злаки накапливают более половины общей фитомассы. Доля *Stipa krylovii* составляет 14%, по сравнению с заповедным сообществом его участие снизилось в 5 раз. Такие злаки, как *Agropyron cristatum* и *Leymus chinensis*, увеличивают свое участие. Среди многолетних трав значительную роль в структуре фитомассы играет *Potentilla acaulis* (16%). На залежи растительность представлена разнотравно-злаково-полынным сообществом из 21 вида и с проективным покрытием 26%. Доминантом здесь также является полукустарничек *Artemisia adamsii*, содоминирует многолетняя полынь *A. laciniata*.

На эталонном участке мощность гумусового горизонта в каштановых почвах составила 25 см с содержанием гумуса 2.1%. При выпасе его мощность сократилась до 19 см, на залежных почвах — до 18 см. Выдувание и плоскостной смыв мелкозема из гумусового горизонта на залежах приводит к снижению содержания в нем гумуса, которое по сравнению с почвами на заповедных участках в самых поверхностных слоях падает в 1.6 раза, и укорачиванию почвенного профиля на 5–6 см. Сравнение каштановых почв на эталонных участках, пастбищах и залежах показало, что если на заповедных, а нередко и на пастбищных, на поверхности почвы мало или совсем нет щебня и дресвы, то на залежных участках поверхность почвы нередко усыпана щебнем и дресвой. Такое явление, описанное нами как «гаммадизация» поверхности, связано как с выносом мелкоземистой части ветровыми потоками, так и с ее вымыванием со слабозадернованной поверхности залежей. В целом наблюдается увеличение доли каменистых фракций 3–5 мм и крупнее с 2 до 12%. При этом на залежах значительно изменяется в сторону снижения доля частиц менее 0.25 мм, так как эта фракция наиболее подвижна при процессах дефляции. Содержание подвижных соединений фосфора и калия в верхних 10–20(30) см защебненных каштановых почв на залежах тоже снижено за счет тех же процессов дефляции и плоскостного смыва, и содержание их достигает максимума также ближе к нижней части гумусового горизонта. При этом обращает на себя внимание то, что содержание подвижного калия в этой части гумусового горизонта очень велико (до 33.5%), что объясняется внесением калийных удобрений в предыдущий период распашек. В этом подтипе степей также отмечается значительное накопление почвенной влаги в почвах залежного участка.

Таким образом, исследования показали, что земледельческое использование и усилившаяся за последние 20 лет пастбищная нагрузка приводят к значительным изменениям, как в растительном покрове, так и в показателях свойств почв, достигая максимальных значений в экосистемах залежей. При пастбищном использовании общие запасы надземной фитомассы снижаются в 1.6–2 раза, при этом изменяется структура сообществ. Так, доминантами здесь становятся дигрессивно-активные виды: *Artemisia frigida* и *Carex korshinskyi* в умеренно-влажных степях, *Carex duriuscula* и *Leymus chinensis* в умеренно-сухих степях и *Artemisia adamsii* и *Potentilla acaulis* в сухих степях. Кроме того, наблюдается закустаривание пастбищ в связи с увеличением в структуре сообществ доли кустарников и полукустарничков (*Caragana pygmaea*, *C. microphylla*, *Artemisia frigida*, *A. adamsii*). Коренной сменой растительности характеризуются сообщества, сформировавшиеся на участках залежей. Здесь доминируют однолетние, многолетние и кустарниковые формы полыней, конопля (*Cannabis sativa*) и корневищные виды (*Leymus chinensis*, *Carex duriuscula*).

Изучение каштановых почв на землях пастбищ и богарного земледелия показало, что важнейшим диагностическим признаком их деградации является процесс дегумификации и укорачивание гумусового горизонта. Кроме того, на залежах происходит укорачивание почвенного горизонта в целом, потеря мелкозема в пахотных горизонтах и усиление каменистости поверхности почв.

ЛИТЕРАТУРА

Бажа С.Н., Гунин П.Д., Данжалова Е.В., Казанцева Т.И. Диагностические показатели пастбищной дигрессии степных растительных сообществ Монгольской биогеографической провинции Палеарктики // Поволжский экологический журнал. 2008. № 4. С. 251–263.

Данжалова Е.В. Пастбищная дигрессия растительных сообществ степных экосистем Центральной Монголии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2008. 27 с.

Панкова Е.И., Гунин П.Д. Понятия «антропогенная нарушенность» и «деградация экосистем» применительно к пахотным землям // Современное состояние богарных пашен Монголии. Улан-Батор, 1990. С. 2–4.

Романов Г.А., Цэдэв Д., Кудайбергенев Г.К. Почвозащитное земледелие в Монголии. М., 1988. 222 с.

IMPACT OF THE DIFFERENT STOCKING PRESSURE AT THE PLANT COVER OF A SOLONETZ COMPLEX

ВЛИЯНИЕ ПАСТБИЩНОЙ НАГРУЗКИ РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ СОЛОНЦОВОГО КОМПЛЕКСА

N.M. Novikova¹, A.A. Vyshivkin¹, M.B. Shadrina¹, O.A. Buhareva²

¹Water problems Institute RAS, Moscow, Russia, nmnovikova@gmail.com

²Institute of Forest Science RAS, Moscow area, Russia

Transect and key sites methods were used for investigation of solonetz complex vegetation changes under different impact of cattle herd (cows, sheep and goats). The groups of plant species differently responding to stocking pressure are revealed: avoiding, preferring, indifferent. Along a gradient of strengthening of cattle grazing decrease of plants height, numbers of species and projective cover within communities is determined. The optimum condition for vegetation is marked within the area of low grazing.

В настоящее время можно считать установленным, что как чрезмерный выпас, так и полное его отсутствие приводят к негативным изменениям в экосистемах. Поиск баланса между пастбищными нагрузками и оптимальным функционированием экосистем — важная научная и практически значимая проблема, она имеет особую актуальность для территории Северного Прикаспия, где естественная растительность является основным ресурсом для ведения хозяйства.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в 2006–2009 гг. на территории Джаныбекского стационара Института лесоведения РАН и его окрестностей, в условиях полупустыни с характерным для этого района трехчленным солонцовым комплексом: чернополынными (*Artemisia pauciflora*¹) и прутняковыми (*Kochia prostrata*) сообществами на микроповышениях с солонцовыми почвами, типчаково-ромашниковыми (*Tanacetum achilleifolium–Festuca valesiaca*) сообществами на склонах микроповышений со светло-каштановыми почвами и разнотравно-злаковыми сообществами с доминированием ковылей волосатика (*Stipa capillata*), и Лессинга (*S. lessingiana*) и содоминантами — наголоваткой многоцветковой (*Jurinea multiflora*), солнечником шерстистым (*Galatella villosa*) и др. на темноцветных (лугово-каштановых) почвах.

¹Латинские названия растений даны по работе С.К. Черепанова (1995).

Использование материалов дистанционного зондирования позволило выделить на исследуемой территории 4 участка с разной степенью пастбищной нагрузки. Экспериментальные работы осуществлялись путем заложения трансекты вдоль градиента возрастания степени пастбищной нагрузки — в направлении от заповедного участка до сбоя близ скотопроегонной тропы, посещаемой стадом из 40 коров и 20 овец ежедневно. Трансекта имеет общее направление с ЮЮЗ на ССВ. Ее протяженность составила около 2 км. Вдоль трансекты был проведен нивелирный ход, позволивший связать воедино данные, полученные на каждом элементе микрорельефа (микрорыбление, понижение и склон): для растительности (общее проективное покрытие сообществ, видовой состав, высота растений и количество видов), почв (тип, мощности горизонта А+В, глубина вскипания карбонатов). В связи с тем, что трансекта начинается на заповедном участке, а заканчивается на участке с перевыпасом, пастбищная нагрузка учитывалась косвенно, через расстояние. Поэтому для наших целей важны не столько полученные конкретные значения, сколько наличие трендов, сила связи (r) между параметрами, характеризующими растительные сообщества, почвы и пастбищную нагрузку и ее достоверность (статистическая значимость).

Полученные результаты и обсуждение. *Изменение показателей состояния растительности по градиенту возрастания пастбищной нагрузки на протяжении всей трансекты.* В связи с тем, что трансекта протягивается от заповедного участка до стравленного и сбитого скотом, изменение показателей, характеризующих состояние растительности в этом направлении мы принимали как обусловленное воздействием именно этого фактора.

Общее проективное покрытие (ОПП) — важная характеристика растительных сообществ, позволяющая получить представление как о состоянии фитоценоза, так и об условиях водного режима его биотопа. Его значение (рис. 1 А) на трансекте под влиянием усиления выпаса снижается незначительно, о чем свидетельствует низкая статистически значимая связь этого показателя с расстоянием на трансекте ($r = -0.11$). Как видно из рисунка 1 А, на большей части профиля ОПП изменяется от 30 до 60%, и только на последнем отрезке — от 10 до 60%.

Количество видов на стандартной площадке — характеристика, важная для оценки кормовой базы. Максимальное число видов (12) было отмечено в западине на заповедном участке в июне, минимальное — 2 вида в тот же месяц — на микровыблении на участке самого сильного выпаса, в то время как средний показатель за весь срок наблюдений составляет для западин — 7, а для микровыблений — 4 вида. Этот показатель как на микровыблених, так и в микропонижениях имеет общую тенденцию к снижению значений по градиенту усиления пастбищной нагрузки. Количество видов на площадках под влиянием выпаса снижается более заметно, чем ОПП (рис. 1 Б), о чем свидетельствует значение коэффициента корреляции ($r = -0.53$). Если в начале трансекты, на заповедном участке эта величина изменяется от 3 до 18 видов, то в конце профиля колебания происходят в диапазоне от 1 до 6 видов (в 3 раза ниже).

Высота растений вдоль профиля также снижается с усилением пастбищной нагрузки (рис. 1 В). Коэффициент корреляции ($r = -0.5$) позволил выявить статистически значимую отрицательную связь. На заповедном участке высота растений составляла преимущественно 0.3 м, в отдельных случаях достигала 0.5 м, а в конце профиля не превышала 0.1 м.

Установленные количественные параметры связи основных показателей растительных сообществ — общего проективного покрытия, количества видов и высоты растений — статистически достоверны (значимость 95%), и доказывают наличие их значимых изменений вдоль градиента пастбищной нагрузки. Полученные нами данные количественно выражают тенденцию снижения значений всех параметров растительности при усилении выпаса.

Отношение видов к выпасу скота. Используя данные многолетних геоботанических наблюдений, были выявлены виды, наиболее часто встречающиеся на участках с разной пастбищной нагрузкой, что позволило разбить их на группы: предпочитающие выпас, индифферентные, неустойчивые к сильному выпасу и т.д. Так, в группу угрожаемых входят 10 видов, сохранившихся только на заповедном участке и не встречающихся на пастбищах: краснокнижный вид тюльпан двуцветный (*Tulipa biflora*), весенневегетирующие виды:

птицемлечник Фишера (*Ornithogalum fisherianum*), живокость пунцовая (*Delphinium puniceum*), вероника волосистая (*Veronica spicata*) и др. Следует считать, что заповедный режим Джаныбекского стационара способствует их сохранению.

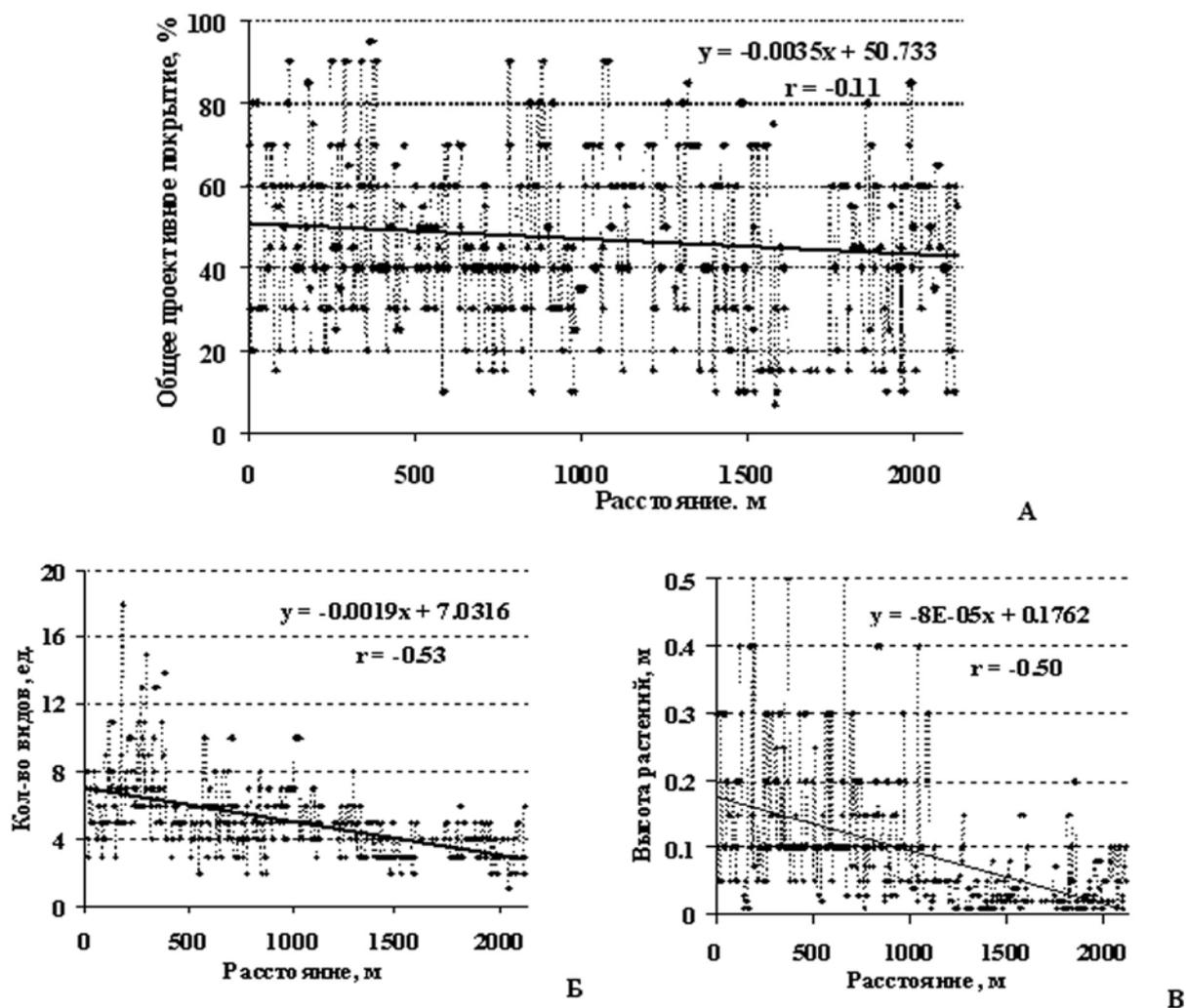


Рис. 1. Изменение характеристик растительных сообществ вдоль трансекты от заповедного участка к участку с перевыпасом

Смены растительных сообществ под влиянием выпаса. Растительные сообщества, встреченные на трансекте, организованы в сукцессионные ряды, отражающие последовательность их смены под влиянием усиления пастбищной нагрузки на разных элементах рельефа солонцового комплекса. На участках микроповышений с перевыпасом доминируют пастбищные сорняки — однолетники (*Petrosimonia triandra*, *Ceratocarpus arenarius*) и неподаваемые виды (*Ceratocephala testiculata*). В условиях перевыпаса структура растительного покрова упрощается, комплекс часто становится двучленным за счет выпадения сообществ, характерных для склонов.

Продуктивность растительных сообществ — одна из важнейших характеристик пастбищных угодий. Анализ видового состава растительных сообществ показал, что как на микроповышениях, так и в западинах под влиянием усиления пастбищной нагрузки происходит снижение участия поедаемых видов и увеличение сорного неподаваемого вида — эфемера рогозавника пряморогого (*Ceratocephala testiculata*). Его обилие и фитомасса особенно сильно возрастают на участке с наибольшей пастбищной нагрузкой, в связи с чем

и в сообществе в западине, и на микроповышении общая фитомасса оказалась выше, чем на участках со слабым и средним выпасом скота (уч. 2 и 3).

Выводы. Благодаря методу трансект удалось получить количественные зависимости и наглядно показать снижение в сообществах высоты растений, видового богатства и общего проективного покрытия в соответствии с градиентом пастбищной нагрузки. Наиболее благоприятное состояние растительности отмечено на участке со слабым выпасом.

Благодарности. Авторы статьи приносят благодарность руководству Института лесоведения РАН за возможность проводить исследования на Джаныбекском стационаре и д. б. н. М.К. Сапанову за помощь в организации работ.

ENVIRONMENT AND RATIONAL MANAGEMENT OF NATURAL RESOURCES OF THE ALPINE FOREST-STEPPE VEGETATION OF THE NORTHERN PRIBAIKALIE

ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ГОРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ СЕВЕРНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ

T.G. Baskhaeva, B.B. Namzalov

Buryat State University, Ulan-Ude, Russia, baskha@rambler.ru, namsalov@bsu.ru

The article presents the results of the research of the alpine forest-steppe vegetation of the Barzhsin Basin. The Alpine forest-steppe vegetation undergoes intensive influence, especially forestry-based action and recreational development. It is necessary to create sample nature lots or districts for complex monitoring of relict and endemic plants (*Gastrolychnis popovii*, *Astragalus trigonocarpus*, *Rhodiola rosea*, *Caragana jubata* and others).

Проблема сохранения биологического разнообразия естественных экосистем относится к разряду приоритетных научных направлений и включена в Международную Конвенцию, принятую на Сессии ООН по окружающей среде и развитию в г. Рио-де-Жанейро (июль, 1992 г).

Горная лесостепь долины р. Баргузин издавна была заселена монголо-язычными и тунгусо-маньчжурскими племенами, которые развивали кочевое номадное животноводство с традиционной системой сезонного пастбищеоборота (Намзалов, Басхаева, 2006). В настоящее время в котловине наиболее интенсивно осуществляется лесохозяйственное и сельскохозяйственное природопользование, в меньшей степени — рекреационное. Интенсивной вырубке подвергаются лиственничные леса. Формирующиеся после них вторичные леса (березняки, осинники) фитоценологически неустойчивы.

Крупнодерновинные злаковые степи (*Stipa baicalensis*, *S. krylovii*) в предгорьях урочищ Верхние и Нижние Куйтуны распаханы, а непригодные для распашки участки мелкодерновинно-злаковых степей активно используются под выпас. На месте разнотравно-дерновинно-злаковых сообществ развиваются их дигрессионные варианты с доминированием осоки твердой, лапчатки бесстебельной и полыни холодной. На пастбищах коренные виды вытесняются непоедаемыми.

Одной из действенных мер по сохранению растительности горной экспозиционной лесостепи является создание эталонных участков природы с целью комплексного мониторинга реликтовых и эндемичных видов растений, а также сообществ с их участием (Теоретические основы..., 1983; Яблоков, Остроумова, 1983; Рюмин, 1988).

Целесообразно сохранять не только редкие и уникальные, но и типичные сообщества, являющиеся эталонами растительности. К редким сообществам следует отнести те, которые имеют локальное распространение и находятся в специфических экологических условиях, а также те, ареалы которых сократились под влиянием естественных (климатических,

почвенных, литогенных, гидрогенных и др.) факторов. Необходимость их охраны диктуется историческими мотивами, поскольку в их составе находятся реликтовые виды растений; ботанико-географическими, вследствие нахождения составляющих сообщества компонентов на границе ареала, высотного распространения или ввиду того, что они являются эндемичными таксонами; филогенетическими причинами, которые позволяют сохранить сообщества, представляющие интерес для изучения процессов развития ценологических комплексов. Составлены региональные сводки по охраняемым растительным сообществам (Зеленая книга Сибири, 1996; Бойков, 1999). Ниже приводится перечень эталонных сообществ горной лесостепи Баргузинской котловины.

Лесные сообщества

Леса с башмачком известняковым (*Cypripedium calceolus*).

Леса с башмачком капельным (*Cypripedium guttatum*).

Сосняк брусничный с башмачком крупноцветковым (*Cypripedium macranthum*).

Лиственнично-березовый разнотравный лес с гнездоцветкой (*Neottianthe cucullata*).

Степные сообщества

Горная степь с участием лилии (*Lilium pumilum*).

Формация клейковатополынная (*Artemisia subviscosa*).

Формация крыловоковыльная (*Stipa krylovii*, *Leymus chinensis*, *Agropyron cristatum*, *Lilium pumilum*).

Формация мелкодерновиннозлаково-разнотравная (*Koeleria cristata*, *Poa botryoides*, *Potentilla acaulis*, *Lilium pumilum*).

Часть территории горно-лесостепного пояса находится в пределах государственного природного заповедника (ГПЗ) «Джергинский», который был образован с целью сохранения природного комплекса верховий р. Баргузин, изучения естественного хода природных процессов и явлений, генофонда растений и животных, типичных и уникальных экосистем, разработки научных основ охраны природы. Охраняемые природные территории, прежде всего, должны обеспечить сохранение локального многообразия биоты в целом, а сохранение отдельных ее форм может быть достигнуто лишь при хорошем состоянии тех экосистем, в состав которых входят популяции растений, животных и микроорганизмов. Проведение мониторинга в Джергинском заповеднике — уникальная возможность исследования дигрессии и демуляции природных ландшафтов Северного Прибайкалья, в котором горная лесостепь является характерным элементом. Нами были обследованы степные сообщества на территории заповедника «Джергинский», в местности Улаканы (левобережье р. Ковыли в нижнем течении) (Басхаева, 2000). Общая площадь 0.02 км², крутизна склонов достигает 30°.

Был составлен экологический паспорт сообществ. В ценозе господствующей мелкодерновинно-злаково-разнотравной настоящей степи коренные виды вытесняются экологически пластичными. Так, в полынно-разнотравной степи, характерной на шлейфах склонов, общее проективное покрытие — 50%. Доминанты представлены видами: *Artemisia tanacetifolia*, *A. latifolia*, *Phlomis tuberosa*. Разнотравье составляют: *Schisonepeta multifida*, *Silene repens*, *Astragalus versicolor*, *Stellaria dichotoma*, *Lilium pumilum*. В злаково-разнотравной степи, преобладающей в центральной части убура, общее проективное покрытие растительного покрова не превышает 30% из-за большой крутизны и усиления дефляционных процессов. Покрытие *Achnatherum sibiricum*, *Agropyron cristatum*, *Alisum obovatum*, *Chamaerhodos grandiflora* — 1%.

На территории ГПЗ «Джергинский» выявлено 13 видов редких и нуждающихся в охране сосудистых растений, занесенных в Красные книги Республики Бурятия (2002), РСФСР, СССР и МСОП. Следует отметить, что состояние популяций *Mertensia serrulata*, *Rhododendron*

adamsii, *Rhododendron redowskianum*, *Gastrolychnis popovii*, *Cypripedium calceolus*, *Cypripedium guttatum*, *Cypripedium macranthum*, *Neottianthe cucullata*, *Isoetes setacea*, *Pinguicula vulgaris* на территории ГПЗ «Джержинский» стабильное.

Такие редкие растения, как *Rhodiola rosea* и реликт третичного периода *Caragana jubata*, сокращают свой ареал и находятся под угрозой исчезновения, поскольку используются не только официальной, но и народной медициной и собираются бесконтрольно населением. Наблюдения за состоянием растительных ресурсов данных лекарственных растений на территории Баргузинской долины не проводятся.

Ареал популяции эндемичного вида *Astragalus trigonocarpus* охватывает территорию острова Умхей (термальный источник) и испытывает значительные рекреационные нагрузки.

В качестве рекомендаций необходимо запрещение сбора на букеты и контроль за состоянием популяций видов: *Cypripedium calceolus*, *Cypripedium guttatum*, *Cypripedium macranthum*, *Neottianthe cucullata*, *Orchis militaris* на территории Баргузинской долины; создание ботанических микрозаказников и мониторинг популяций *Rhodiola rosea*, *Caragana jubata*, *Astragalus trigonocarpus*; слежение за состоянием реликта плейстоцена *Pinguicula vulgaris*, эндемиками *Mertensia serrulata*, *Gastrolychnis popovii*.

Кроме охраны редких декоративных видов растений, необходимо сохранение и эндемичных и реликтовых степных видов горной лесостепи, оставшихся от прошлых эпох. Так миоцен-плиоценовым реликтом является вид *Thesium refractum*, миоценовым реликтом — *Artemisia commutata*, плиоценовыми — *Artemisia santalinifolia*, *A. subviscosa*. К палеогеновым реликтам пустынно-степной флоры относятся: *Ephedra monosperma*, *Festuca dahurica*, *F. sibirica*, *Goniolimon speciosum*, *Cymbaria dahurica* (Намзалов, 1999).

Реликтами периодов плейстоцена-голоцена являются *Stipa krylovii*, *S. baicalensis*, *S. grandis*, *Achnatherum splendens*, а также *Artemisia sericea*, *A. frigida*.

Плейстоценовый флористический комплекс (реликты ледниковой эпохи) составляют виды: *Carex pediformis*, *Poa stepposa*, *Vicia multicaulis*, *Gentiana barbata*, *G. decumbens*, *Noccaea cochleariforme*, *Helictotrichon schellianum*, *Dendranthema zawadskii*, *Scorzonera radiata*, *Saxifraga spinulosa*, *Androsace incana*, *Potentilla sericea*.

ЛИТЕРАТУРА

Бойков Т.Г. Редкие растения и фитоценозы Забайкалья. Биология, эколого-географические аспекты и охрана. Новосибирск: Наука, 1999. 262 с.

Зеленая книга Сибири. Редкие и нуждающиеся в охране растительные сообщества. Новосибирск: Наука, 1996.

Красная книга Республики Бурятия: редкие и исчезающие виды растений и грибов / отв. ред. Т.Г. Бойков. Новосибирск, 2002. 340с.

Намзалов Б.Б. Эндемизм и реликтовые явления во флоре и растительности степных экосистем Байкальской Сибири // Биоразнообразии Байкальской Сибири. Новосибирск: Наука, 1999. С. 184–192.

Намзалов Б.Б., Басхаева Т.Г. Горная лесостепь Баргузинской котловины (Северное Прибайкалье). Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2006. 125 с.

Рюмин В.В. Заповедные территории юга Сибири как эталоны динамики природы // Рекреация и охраняемые территории. Иркутск, 1988. С. 57–66.

Теоретические основы и опыт экологического мониторинга. М.: Наука, 1983. 253 с.

Яблоков А.В., Остроумова С.А. Охрана живой природы. Проблемы и перспективы. М., 1983. 269 с.

**MODERN DYNAMICS OF SOIL-PLANT COVERING IN ECOSYSTEMS OF
ERDENEDALAI SUM OF DUNDGOVI AIMAK**

**СОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В
ЭКОСИСТЕМАХ СОМОНА ЭРДЭНЭДАЛАЙ СРЕДНЕГОБИЙСКОГО АЙМАКА**

***D.L. Golovanov¹, P.D. Gunin², E. Ariunbold³, S.N. Bazha², O. Batkhisig⁴, D. Bayasgalan⁵,
E.V. Danzhalova², Yu.I. Drobyshev², S.V. Kontsov², □□ □Petukhov⁶, O.I. Sorokina¹, S. Khadbaatar⁷,
G. Tserenkhand⁵, S. Enkh-Amgalan²***

¹Lomonosov Moscow State University, Geography faculty, Moscow, Russia, dm_golovanov@mail.ru

²Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow, Russia, monexp@mail.ru

³Forest Technical Academy, St.-Petersburg, Russia

⁴Institute of Geography MAS, Ulaanbaatar, Mongolia, dlobnag_7@yahoo.com

⁵Institute of Botany MAS, Ulaanbaatar, Mongolia, ibot@mongol.net

⁶FGUP «Goszemcadastrs'emka» VISHAGI, Moscow, Russia, petukhov_100@list.ru

⁷Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia

Researches conducted in Erdenedalai sum, in the region of transition from dry steppe to desertified steppe and steppefied desert have showed development of degradation processes in ecosystems as a result of combined influence of climate aridization and overgrazing. In the soil covering it reveals in degumification, blowing up of small soil particles, salting, formation of solid layer on the surface, sandyfication and hamadisation, and dehydration of the root horizon, that are indications of landscape desertification. Cereals die out in dry bunchgrass steppe. Desert steppe species *Allium polyrrhizum* occupies their niche and forms monodominant onions communities. So, the southern border of the dry steppe moves to the north to 100–120 km.

Как показали исследования климатологов (Береснева, 2006; Золотокрылин, 2003), в экотонной полупустынно-сухостепной зоне Монголии отклик экосистем на климатические изменения наиболее резок. Но именно здесь, в Монголии в последние годы отмечается тенденция климатической аридизации, в отличие от собственно пустынь, где ситуация стабильна и даже несколько увеличилось количество осадков (Гунин, Бажа, 2005; Слемнев, Гунин, 2000).

Исследования проводились в сомоне Эрдэнэдалай Среднегобийского аймака, в 350 км к юго-западу от г. Улан-Батора. Полигон был выбран в полосе перехода от сухих степей к опустыненным степям и остепненным пустыням. Если на севере сомона преобладают типично сухостепные плотнодерновиннозлаковые сообщества с доминированием злаков (*Stipa krylovii*, *S. klemenzii*, *Agropyron cristatum*, *Cleistogenes squarrosa*), то в его центральной части доминантом большинства растительных сообществ служит лук многокорешковый (*Allium polyrrhizum*). На юге возрастает роль пустынных видов: баглур (*Anabasis brevifolia*), борбодургана или солянки воробьиной (*Salsola passerina*), реомюрии (*Reaumuria songarica*) и др. Это приводит к смене зонального типа почв от преимущественно светло-каштановых до бурых пустынно-степных (Доржготов, 2003; Почвенный покров..., 1984).

Площадь сомона Эрдэнэдалай составляет 735 тыс. га. Он находится на севере Среднегобийского аймака на границе с Центральным аймаком. Максимальная протяженность с севера на юг составляет 125 км, с запада на восток — 120 км. Несмотря на высокие абсолютные отметки (от 1270 до 1670 м над ур. м.), изучаемая территория относится к Среднемонгольской равнине (Почвенный покров..., 1984). Здесь преобладают пенеупленизированные платообразные поверхности, нередко осложненные замкнутыми и полужамкнутыми западинами различного размера и глубины. Широкое развитие замкнутых западин — характерная черта бессточных аридных областей. В пределах сомона прослеживается общая тенденция снижения абсолютных отметок от 1500–1600 м над ур. м на севере до 1300–1400 м — на юге. Котловинный эффект и влияние «ветровой тени» подчеркивают усиление аридности климата с севера на юг. Среднегодовое количество осадков, по данным метеостанции Эрдэнэдалай (с 1961 года), составляет 118 мм. Большая часть осадков выпадает летом в виде ливней при прохождении атмосферных фронтов. Наиболее сухой и ветреный сезон — весна, когда часты пыльные бури. Распределение осадков крайне неравномерно по годам.

Формирование почв тесно связано с распространением почвообразующих пород различного петрографического, минералогического и гранулометрического состава, спецификой их химизма, в особенности засоления. Пестрота почвенного покрова сомона в значительной степени обусловлена близким залеганием кристаллических интрузивных и метаморфических пород: гранито-гнейсов, сланцев, песчаников, кварцитов, конгломератов и формированием почв на ортоэлювии. Маломощные и щебнисто-каменистые роды почв господствуют в наиболее возвышенной северной части сомона, а также на вершинах сопок в центральной, западной, восточной и южной его частях. Широко распространены на изучаемой территории дочетвертичные красноцветные засоленные, нередко гипсоносные тяжелосуглинистые и глинистые отложения, а также продукты их переотложения. Циркуляция солей в ландшафте с водными и эоловыми потоками накладывает особый отпечаток на свойства почв участка, что значительно отличает его не только от более северных регионов, но и сопредельных, в том числе более южных с ограниченным распространением засоленных отложений (Панкова, 1992).

Верхний ярус стратиграфической колонки занимают четвертичные озерные, пролювиальные, эоловые и элювиально-делювиальные отложения. Четвертичные озерные отложения («голубые глины») менее засолены, чем красноцветные, обладают более щелочной реакцией, преимущественно содовым, а не сульфатным засолением. Они менее глинисты, но более пылеватые. Важно отметить, что часто они, а также продукты переотложения и перемыва красноцветных глин, залегают на небольшой глубине под современными эоловыми и пролювиальными отложениями, как правило, достаточно легкого и даже грубого гранулометрического состава. Контакт между этими двумя группами отложений отличается кармановидной, а зачастую и языковатой границей, обусловленной криотурбационными явлениями во время позднего плейстоцена. В некоторых случаях, особенно на низких гипсометрических уровнях, это связано с относительно недавними процессами иссушительного растрескивания пород тяжелого гранулометрического состава и засыпанием в трещины усыхания эолового песка и песчано-дресвяного пролювия.

Характерной чертой многих почв является облегчение и даже огрубление гранулометрического состава от нижних горизонтов к верхним: на озерных суглинках залегают эоловые пески, перекрытые в свою очередь песчано-дресвяным пролювием. На поверхности почв наблюдается гравелистая отморстка, обусловленная как пролювиальными и коллювиальными процессами, так и уносом мелкозема с поверхности почв сильными ветрами. Пастбищная дигрессия растительного покрова и деградация дернины активизируют этот процесс.

Аридизация климата и деградация экосистем. Деградация экосистем — комплексный процесс, затрагивающий основные биотические компоненты ландшафтов. Первопричиной деградации служат не только факторы аридизации климата, как то: повышение температур вегетационного периода, уменьшение количества осадков, усиление неравномерности их выпадения, но и степень антропогенного воздействия, что в условиях сухих степей и маломощных почв играет первостепенную роль.

По четырем метеостанциям Среднегобийского аймака отмечается устойчивая тенденция роста среднегодовых температур воздуха и почвы и температур вегетационного периода. В центре Среднегобийского аймака отмечено 30% снижение (со 160 до 120 мм) среднегодового количества осадков с 50-х годов. Одновременно с этим увеличилось количество дней в году с сильными ветрами. Последние 4 года зимой практически отсутствует снежный покров.

Как следствие аридизации, наблюдается активизация геоморфологических процессов — водной и ветровой эрозии, усиление неравномерности стока, усыхание озер, понижение уровня грунтовых вод и повышение их минерализации. В итоге происходит снижение продуктивности пастбищ и их емкости на фоне возрастающего количества домашних животных. Изменение состояния пастбищ не ограничивается лишь снижением их продуктивности. Происходит изменение доминантного состава растительных сообществ.

Со стороны почвенного покрова деградация — это дегумификация, вынос мелкозема (частиц менее 1 мм и, особенно < 0.01 мм, наиболее обогащенных гумусом и элементами питания), а также приобретение почвами свойств и признаков пустынных почв: засоление, отакыривание, опесчанивание и гаммадизация поверхности и обезвоживание корнеобитаемого горизонта, что

является признаками опустынивания ландшафтов (Гунин, 1992).

Наиболее ярким процессом, обуславливающим опустынивание экосистем южных вариантов степей, распространенных в Среднегобийском аймаке, является аэральный и субаэральный перенос солей (Глазовский, 1987; Ковда, 1977).

С точки зрения развития аридных ландшафтов, на поверхность в результате различных экзогенных процессов выходят засоленные древнеозерные отложения, что в свою очередь обуславливает вовлечение солей в геохимический круговорот. К участкам, маркируемым разломами, приурочены выходы грунтовых вод, колодцы и родники, которые служат зоной концентрированного антропогенного воздействия, это ведет к активному разрушению почвенного покрова, выходу на поверхность засоленных пород и формированию вторичных литогенных солончаков. Вынос солей из солончаковых депрессий на промытые от солей и сложенные легким материалом водоразделы приводит к субаэральному ощелачиванию (осолонцеванию) почв автономных позиций.

Сильно щелочная среда ($pH > 8.5$, до 10) неблагоприятна для большинства мезофильных и мезоксерофильных степных и сухостепных растений. К ней приспособились пустынные ксерофиты и галофиты. В полупустынях Монголии в почвах формируется своеобразная экологическая обстановка: щелочная, но пресная, лишенная солей. По данным Ю.Г. Евстифеева и Е.И Рачковской (1976), именно к такой обстановке наиболее приспособлены луки, прежде всего *Allium polyrrhizum* — суккулент, вытесняющий в этих условиях злаки, но не имеющий здесь конкурентов со стороны галофитов. Субаэральное ощелачивание сдвигает равновесие в пользу луков. Другим фактором отрицательного влияния на злаковую составляющую растительных сообществ является перегрев поверхности почв и связанное с этим быстрое физическое испарение выпавшей влаги. Как было выявлено П.Д. Гуниным с соавторами (2009, 2010), ковыли, корни которых, по сравнению с луками, более глубоко проникают в почву, испытывают дефицит необходимой для их функционирования влаги. В связи с этим, дерновины ковылей переходят в покоящееся состояние, а при длительной засухе (10–15 лет), которая наблюдается в южной части Центральной Монголии и на экспериментальном полигоне в частности, ковыли выпадают из травостоя. Значительную роль в этом процессе играет постоянное стравливание злаков, что в конечном итоге определяет замещение степных злаковых сообществ луковыми из *Allium polyrrhizum* — доминантом пустынных степей и остепненных пустынь. В целом, это приводит к смещению южной границы подзоны сухих степей к северу на 100–120 км, по сравнению с картографическими материалами, опубликованными в 1974 и 1981 гг., что диагностируется как процесс биологического опустынивания (Гунин и др., 2009, 2010).

Перевыпас в сочетании с засушливой климатической фазой многолетнего цикла последнего времени приводит к триггерному эффекту взаимного усиления климатической аридизации и антропогенной деградации:

- деградация дернины, особенно под воздействием мелкого рогатого скота, особенно коз; дегумификация почв и вынос из них мелкозема приводят к активизации водно-эрозионных процессов;
- снижение кормовой ценности растительных сообществ на плакорах приводит к увеличению нагрузки на гидроморфные и полугидроморфные экосистемы;
- разрушение чиевников приводит к активизации эолового выноса песка на водоразделы, формированию подвижных песков на склонах и вторичных литогенных солончаков в депрессиях;
- переуплотнение почв вокруг родников и колодцев активизирует физическое испарение, меняет транспирацию на физическое испарение, что также приводит к снижению продуктивности растительных сообществ за счет обезвоживания и засоления почв;
- вынос из солончаковых депрессий не только песка, но и солей приводит к субаэральному засолению и осолонцеванию (ощелачиванию) почв плакоров, формированию условий для смещения равновесия в сторону более гало- и алкалофильных пустынных видов.

- Береснева И.А.* Климаты Центральной Азии. М.: Наука, 2006. 286 с.
- Глазовский Н.Ф.* Современное соленакопление в аридных областях. М., 1987. 192 с.
- Гунин П.Д.* Диагностика процессов опустынивания аридных экосистем Центральной Азии // Экология и природопользование в Монголии. Пуцзино, 1992. С. 271–287.
- Гунин П.Д., Бажга С.Н.* Тенденции изменения климатических условий в многолетней динамике аридной зоны Монголии // Стратегия сохранения копытных аридных зон Монголии. М., 2005. С. 30–36.
- Гунин П.Д., Бажга С.Н., Данжалова Е.В., Цэрэнханд Г., Дробышев Ю.И., Ариунболд Э.* современная структура и динамика растительных сообществ на южной границе сухих степей Центральной Монголии // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16, № 2. С. 65–75.
- Гунин П.Д., Энх-Амгалан С., Ганболд Э., Данжалова Е.В., Баясгалан Д., Цэрэнханд Г., Голованов Д.Л., Петухов И.А., Дробышев Ю.И., Концов С.В., Бажга С.Н., Андреев А.В., Хадбаатар С., Ариунболд Э., Пурэвжав Г.* Особенности деградации и опустынивания пастбищных экосистем Монголии (на примере Среднеобийского аймака) // Ботаникийн хурээлэнгийн эрдэм шинжилгээний бүтээл. 2009. № 21. С. 104–128.
- Доржготов Д.* Монгол орны хорс. Улаанбаатар, 2003.
- Евстифеев Ю.Г.* Пустынные крайнеаридные почвы // Почвенный покров и почвы Монголии. М.: Наука, 1984. С. 168–171.
- Евстифеев Ю.Г., Рачковская Е.И.* К вопросу о взаимосвязи почвенного и растительного покрова в южной части МНР // Структура и динамика основных экосистем МНР. Л.: Наука, 1976. С. 125–143.
- Золотокрылин А.Н.* Климатическое опустынивание. М.: Наука, 2003.
- Ковда В.А.* Аридизация суши и борьба с засухой. М.: Наука, 1977. 272 с.
- Панкова Е.Н.* Генезис засоления почв пустынь. М.: РАСХН, 1992. 136 с.
- Почвенный покров и почвы Монголии. М.: Наука, 1984. 190 с.
- Почвенный покров основных природных зон Монголии. М.: Наука, 1978.
- Слемнев Н.Н., Гунин П.Д.* Функционирование пустынных экосистем Гоби в Монголии // Растительные ресурсы. 2000. Т. 36, вып. 2. С. 24–43.

ECOLOGICAL ASPECTS OF DEVELOPMENT OF NATURAL RESOURCES OF YAKUTIA

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОСВОЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЯКУТИИ

G.N. Savvinov

Institute of the Applied Ecology of the North, Yakutsk, Russia, g.n.savvinov@mail.ru

The questions of the regional ecological problems are considered in connection with realization of the scheme of the complex development of production power, transport and energy of Yakutia before 2020. It is given analysis of some positions of the accepted document, intended for development of the complex of the measures, directed on speed social-economic development of the region.

The condition and principles balanced ecological-economic strategy are discussed at period of the realization of large investment projects in XXI age.

Современный этап освоения природных, в т.ч. минерально-сырьевых ресурсов Якутии (примерно с конца 90-х годов XX в. по настоящее время) характеризуется противоречивыми тенденциями в системе природопользования. Если в конце прошлого столетия наблюдался существенный спад горнопромышленного производства, то уже с начала XXI века руководством Республики Саха (Якутия) взят курс на его интенсификацию. В феврале 2007 г. Правительством РФ одобрена «Схема комплексного развития производительных сил, транспорта и энергетики Республики Саха (Якутия) до 2020 года» (Государственный доклад..., 2007), утвержденная

Правительством Республики Саха (Якутия) (постановление № 411 от 6.09.06), что означает в принципе начало новой эпохи в освоении природных ресурсов Якутии (Схема комплексного развития..., 2006; Стратегия эколого-экономического развития..., 2007).

«Схемой–2020» предусматривается широкомасштабное развитие нефтегазодобычи, электроэнергетики, угольной промышленности, перерабатывающих нефтегазо– и углехимических производств, а также транспортного комплекса Республики Саха (Якутия), т.е. доминанта современного этапа природопользования в Якутии будет предопределять дальнейшую индустриализацию ее экономики. В ближайшие годы должны завершиться строительство и ввод в эксплуатацию трансконтинентального магистрального нефтепровода «Восточная Сибирь — Тихий Океан» (ВС–ТО) и железнодорожной магистрали Томмот–Якутск. В перспективе планируется создание новых бюджетобразующих отраслей на основе интенсивного освоения Эльгинского каменноугольного, Талаканского газонефтяного и Чаяндынского газоконденсатного месторождений, Таежного, Десовского и Тарыннахского месторождений железной руды, Эльконской группы уранидов, лесных, гидроэнергетических ресурсов и др. Освоение новых нефтегазовых месторождений в юго-западной Якутии планирует увеличение объема добычи нефти до 10–12 млн тонн в год, а удвоенный рост объема добычи угля в Южной Якутии даст около 20.5 млн тонн в год. В более далекой перспективе существуют проекты продолжения авто- и железнодорожных путей в сторону северного побережья Тихого океана, к Охотскому и Берингову морям.

Из формулировки основных задач развития экономики Якутии, изложенных в принятой «Схеме-2020», становится ясно, что основой развития региона продолжают оставаться его природные ресурсы при резком доминировании экстенсивного природопользования. Анализ сложившейся ситуации приводит к выводу о том, что предстоящее многократное усиление темпов и масштабов освоения природных ресурсов Якутии уже в ближайшие десятилетия вызовет адекватное увеличение техногенных нагрузок на экосистемы Севера (Марков, 2005).

В результате этого, вопреки все еще бытующим традиционным представлениям о невысоком уровне охвата обширной территории Якутии хозяйственной и иной деятельностью, ее природные системы в настоящее время уже подверглись значительной экологической нагрузке, приближающейся к предельно допустимой для регионов с экстремальными природно-климатическими характеристиками, а локально уже превысившей уровень такой нагрузки (Некоторые показатели..., 2007). В частности, проблема экологического состояния южно-якутского региона, где уже началась реализация вышеуказанных мегапроектов, остро обозначилась еще в начале 80-х годов XX в. как результат длительной (более 100 лет) разработки россыпей золота и связанной с этим хозяйственной деятельности. Комплексные исследования, выполненные Институтом прикладной экологии Севера в 1991–2006 гг. выявили тенденции дальнейшего ухудшения экологического состояния промышленных зон Якутии и превращение нарушенных экосистем в природно-техногенные комплексы, оказывающие крайне отрицательное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

В контексте вышеуказанных обстоятельств, и тем более, как подчеркнуто в самой Схеме–2020: «...в период взрывного осуществления крупных инвестиционных проектов» разработка стратегии экологически сбалансированного природопользования в Якутии и схемы эколого-природоохранных и природовосстановительных мер становится крайне актуальной. Отсутствие единой, сбалансированной экологической политики при намеченных Схемой–2020 широкомасштабных темпах освоения природных ресурсов Якутии неизбежно приведет к необратимому процессу детериорации ее природной среды, где экстремальные климатические факторы определяют характер и степень слабой устойчивости северных ландшафтов к антропогенным воздействиям».

В связи с этим стратегия эколого-экономического развития Якутии на данном этапе требует выработки новых научных подходов, соответствующих не только современным реалиям,

но и с учетом перспектив дальнейшего развития региона, современного потребительского подхода к природным ресурсам и биосфере в целом. Основными условиями и принципами сбалансированного эколого-экономического развития должны стать:

1. Территориальная организация хозяйства на ландшафтно-экологической основе, предусматривающая рационализацию природопользования и ее совершенствование по отдельным системообразующим ресурсам в целях сохранения и поддержания естественных природных ландшафтов Якутии.

2. Укрепление и дальнейшее совершенствование института государственной и общественной экологической экспертизы, как наиболее действенного правового инструмента, рассчитанного на превентивный контроль состояния окружающей природной среды.

3. Законодательное усиление роли органов местного самоуправления (муниципальных органов власти) и населения не только в решении социально- и эколого-экономических проблем своей селитебной территории, но и в сфере природоохранного управления.

4. Совершенствование экономического механизма природопользования и охраны окружающей среды, в т.ч. переход к рентному подходу для рационального использования и воспроизводства природных ресурсов.

5. Повышение качества жизни, совершенствование системы экологического образования и воспитания.

6. Усиление научного обеспечения и широкое внедрение инновационных технологий.

Таким образом, с началом масштабного освоения природных ресурсов Якутии становится особенно актуальной разработка стратегии ее сбалансированного эколого-экономического развития в целях сохранения для будущих поколений уникальной природы Республики Саха (Якутия) — крупнейшего субъекта Российской Федерации, занимающего 1/5 часть ее территории.

ЛИТЕРАТУРА

Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Республики Саха (Якутия) в 2006 году / Правительство Респ. Саха (Якутия); Мин-во охраны природы РС (Я). Якутск: Бичик, 2007. 184 с.

Марков Ю.В. Устойчивое развитие, эколого-политологические и социально-правовые аспекты: аналитический обзор. Новосибирск, 2005. 106 с. (Сер. Экология; Вып. 77).

Некоторые показатели социально-экономического положения районов проживания коренных малочисленных народов Севера за 1990, 1995, 2000–2006 гг. Статистический сборник. Якутск: ТО ФГС по РС (Я), 2007. 87 с.

Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002, № 7-ФЗ // Собрание законодательства РФ. № 2. Ст. 133.

Об экологической экспертизе: Федеральный закон от 23.11.1995 № 174-ФЗ. С последующими изменениями // Собрание законодательства РФ. 1995. № 48. Ст. 4556; 1998. № 16. Ст. 1800.

Переход к устойчивому развитию: глобальный, региональный и локальный уровни. Зарубежный опыт и проблемы России. Москва: Изд-во КМК, 2002. 444 с.

Саввинов Г.Н. Эколого-почвенные комплексы Якутии. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. 312 с.

Схема комплексного развития производительных сил, транспорта и энергетики Республики Саха (Якутия). М.; Якутск, 2006. 280 с.

Стратегия эколого-экономического развития региона: аналитический обзор / А.К. Тулохонов, Б.Л. Раднаев, Б.О. Гомбоев, А.С. Михеева и др. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2007. 208 с. – (Сер. Экология; Вып. 83).

THE ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF STRUCTURE OF
COENOPOPULATIONS OF *BETULA FRUTICOSA* ON THE SOUTH OF
CRYOLITHOZONE (NORTHERN TRANSBAIKALIA)

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРУКТУРЫ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *BETULA
FRUTICOSA* PALL. НА ЮГЕ КРИОЛИТОЗОНЫ
(СЕВЕРНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

I. R. Sekulich

Institute of General and Experimental Biology of SB RAS, Ulan-Ude, Russia, i-sekulich@mail.ru

The structure of coenopopulations of *Betula fruticosa* Pall. is described in relation to anthropogenic disturbance and changes in terrain at the southern limit of continuous permafrost. It was determined that the degree of change in the demographic structure of the shrub affects the dynamics and processes of the permafrost condition. Changes of age structure depend on character and degree of influence. It is shown that, the birch populations recover and the soil and terrain environment returns to the original condition on the slight anthropogenic impact. Heavy use of vehicles and ploughing leads to loss of shrubs and to grassy pasture. These changes contribute to major changes in soil temperature, moisture and drainage conditions followed by thermokarst and solifluction.

В последние десятилетия территория Северного Забайкалья подвергается интенсивному промышленному освоению, в результате которого изменяются, а часто разрушаются ее природные экологические системы. В связи с этим вопросы рационального использования и охраны растительного покрова, как основного фактора, обеспечивающего стабильное существование природных экосистем, приобрели в настоящее время особую актуальность.

Растительность является одним из основных стабилизирующих элементов в мерзлотных экосистемах, поскольку даже при небольших ее нарушениях изменяется гидрологический режим поверхностного и грунтового стоков, проявляются различного рода геокриологические явления (морозобойное растрескивание, солифлюкция, пучение, переувлажнение пониженных элементов рельефа), происходит эрозия почвы.

Витимское плоскогорье располагается на южной границе зоны сплошного распространения многолетней мерзлоты. Наиболее широко распространены здесь лиственничные леса и ерники (сообщества образованные кустарниковыми березами), которые занимают около 13% от общей лесопокрытой площади (Осипов, 1998).

Объект наших исследований — *Betula fruticosa* subsp. *montana* M. Schemberg — основной ценозообразующий вид ерников, которые на Витимском плоскогорье занимают пологонаклонные склоны, надпойменные террасы, гривистые повышения поймы, т. е. как раз те участки, которые чаще подвержены хозяйственной деятельности человека.

Изучение демографической структуры как одного из основных критериев оценки современного состояния вида в ценозе позволяет судить об уровне жизненного состояния его ценопопуляций, степени их устойчивости к антропогенным нарушениям и о перспективах развития.

Исследования проходили в центральной части плоскогорья на пробных площадках в 100 м² и 1 м², на которых проводился сплошной подсчет особей по возрастным группам с последующим пересчетом плотности ценопопуляций на 100 м². В работе использованы общепринятые в ценопопуляционно-онтогенетических исследованиях методы (Ценопопуляции растений..., 1976, 1977, 1988; и др.). При выделении возрастных состояний использован принцип возрастной периодизации, разработанный Т.А. Работновым (1950) и дополненный А.А. Урановым (1975). Характеристика признаков возрастных состояний *B. fruticosa* дана нами ранее (Сэкулич, 1998). Для оценки возрастного уровня ценопопуляций использован индекс возрастности (Δ), предложенный А.А. Урановым (1975), и индекс эффективности (ω), предложенный Л.А. Животовским (2001). На Витимском плоскогорье характер антропогенного воздействия на кустарниковую растительность проявляется в следующих направлениях: полное сведение их при промышленной добыче золота или распашке земель и частичное нарушение растительности — выжигание, скашивание, воздействие вездеходного транспорта и выпас домашних животных.

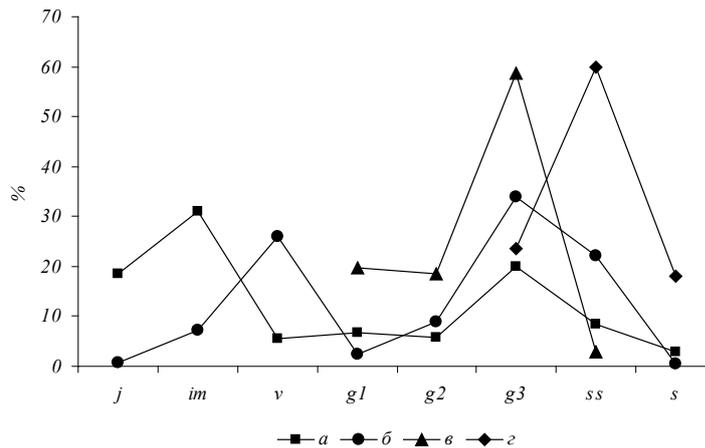


Рис. 1. Возрастные спектры антропогенно нарушенных ценопопуляций *Betula . fruticosa*

Условные обозначения: а — ерник разнотравный, б — ерник мелколистнорододендроновый, в — ерник тимьяново-кобрезиевый, г — лиственничник редкотравный. По оси абсцисс — возрастные группы, по оси ординат — их соотношения, %.

Трансформацию возрастной структуры ценопопуляций *B. fruticosa* мы изучали на участках с частично нарушенным растительным покровом. Антропогенные нарушения, приводящие к полному уничтожению растительности, в рамках данной работы не рассматриваются. Изменения в ценопопуляций под влиянием антропогенного воздействия происходят по двум вариантам. Один из них проявляется в увеличении доли молодых особей при сохранении большого числа генеративных. Возрастной спектр таких ценопопуляций двухвершинный. Первый пик на одном из прегенеративных возрастных состояниях и второй — на старом генеративном. Двухвершинные спектры ценопопуляций были отмечены в ерниках разнотравном и мелколистнорододендроновом (рис. 1 а, б). Местообитания этих сообществ часто подвержены пожарам различной степени интенсивности и воздействию гусеничного транспорта.

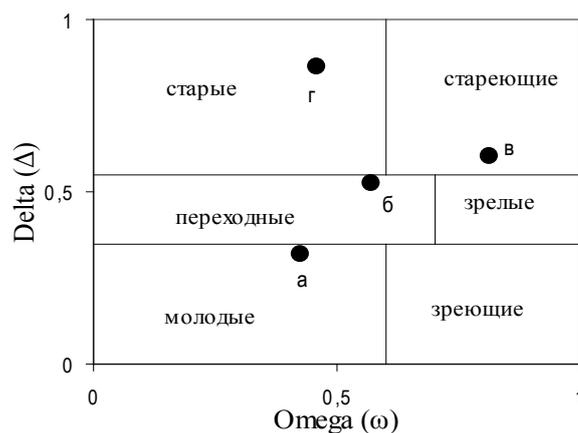


Рис. 2. Типы ценопопуляций *B. fruticosa* в нарушенных местообитаниях по классификации Delta–Omega
Условные обозначения:

- а — ерник разнотравный,
- б — ерник мелколистнорододендроновый,
- в — ерник тимьяново-кобрезиевый,
- г — лиственничник редкотравный.

По оси абсцисс — индекс эффективности (ω), по оси ординат — индекс возрастности (Δ).

Другой вариант антропогенных изменений наблюдается при выпасе домашних животных. Происходят регрессивные изменения в возрастной структуре. Примером могут служить ценопопуляции в ернике тимьяново-кобрезиевом и в лиственничнике редкотравном с подлеском из *B. fruticosa* (рис. 1 в, г). Возрастные спектры здесь одновышинные и имеют правосторонний характер. Постепенное старение ценопопуляций без поступления в их состав молодых особей может привести к выпадению *B. fruticosa* из этих сообществ.

Оценка возрастного статуса ценопопуляций по классификации “Delta–Omega” (Животовский, 2001) показала, что наименее устойчивое положение по отношению к антропогенному воздействию занимает ценопопуляция в лиственничнике редкотравном с подлеском из *B. fruticosa*, которая характеризуется как старая (рис. 2). Остальные ценопопуляции включают достаточное количество генеративных особей и поэтому имеют больший потенциал к самовосстановлению, что нашло отражение в значениях Δ и ω этих ценопопуляций в классификации.

Таким образом, кратковременные и незначительные антропогенные нарушения растительного покрова снижают устойчивость ценопопуляций *B. fruticosa*, но при его прекращении происходит быстрое восстановление ценопопуляции и экологическая обстановка не нарушается. Длительное и интенсивное воздействие может привести к снижению численности особей в ценопопуляции, вплоть до возможной элиминации вида и, таким образом, к изменению структуры сообщества, что может способствовать развитию различных геоэкологических процессов, таких как заболачивание, термокарст, эрозия и солифлюкция.

ЛИТЕРАТУРА

Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.

Осинов К.И. Растительность Витимского плоскогорья (Забайкалье). Проблемы ботаники на рубеже XX–XXI веков: Тез. докл. II (X) съезда Русского ботанического общества (26–29 мая 1998 г., Санкт-Петербург). СПб.: БИН РАН, 1998. Т. 1. С. 291–292.

Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. Л.: Изд-во АН СССР, 1950. Вып. 6. С. 7–204.

Сэкулич И.Р. Возрастные состояния *Betula fruticosa* Pall. // Вестник БГУ. Сер. 2. Биология. Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 1998. Вып. 1. С. 138–145.

Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–34.

Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 216 с.

Ценопопуляции растений. Развитие и взаимоотношения. М.: Наука, 1977. 134 с.

Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) / Л.Б. Заугольнова и др. М.: Наука, 1988. 184 с.