

ЭКОЛОГИЯ

УДК 630*:582.475 (571.1)

doi: 10.17223/19988591/26/9

С.А. Кривец, Э.М. Бисирова, Н.А. Чернова, Е.Н. Пац, И.А. Керчев

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
г. Томск, Россия*

Комплексная характеристика биологического разнообразия кедровых лесов на южном пределе их распространения в Западной Сибири

Представлены результаты комплексной оценки биологического разнообразия в подтаёжных островных кедровых лесах на южной границе их ареала в Западной Сибири (Базойский лесной массив в пределах Томской области). Изучены состав, структурное и функциональное разнообразие облигатных компонентов лесных биоценозов (древостоя, подроста, подлеска, живого напочвенного покрова, ксилофильной микобиоты и энтомофауны). Дана общая характеристика растительного покрова сообществ, описана его дифференциация в различных местообитаниях. Определены основные параметры кедровых древостоев, включая их жизненное состояние в связи с возрастом насаждений и действием ослабляющих факторов. Установлено, что лучшее состояние свойственно разновозрастным кедровым древостоям с участием ели, худшее – чистым кедровым древостоям, поврежденным в ходе массового размножения сибирского шелкопряда. Выявлены особенности лесовозобновления на различных этапах лесообразовательного процесса (под пологом материнского древостоя, на вырубках и в культурах), показано снижение его сукцессионной сложности по сравнению с южно-таежными аналогами кедровых лесов. Установлены доминирующие виды дереворазрушающих грибов. Изучены видовой состав и численность подкорного населения насекомых-дендрофагов.

Ключевые слова: биологическое разнообразие; кедровые леса; южный предел распространения; Западная Сибирь.

Введение

Исследование биоразнообразия лесных экосистем – область науки, получившая в последние десятилетия интенсивное развитие во всем мире в связи с признанием роли лесов как наиболее эффективной системы, способной сдерживать негативные процессы в биосфере и обеспечить устойчивость среды обитания человека [1]. Сохранение биологического разнообразия в процессе использования лесных ресурсов признается в настоящее время необходимым условием устойчивого управления лесными экосистемами [2, 3].

В настоящее время все большее внимание привлекает экокентрическая концепция биоразнообразия. Состояние биоразнообразия лесов становится параметром состояния надорганизменной системы, т.е. объектом экологического мониторинга [4, 5]. Результаты его оценки позволяют контролировать сохранность природного генетического потенциала и служат основой для разработки системы экологического менеджмента отдельных видов, природных комплексов и территорий целых регионов [6].

В системе биомониторинга лесных территорий особое место занимает локальный уровень, предметом которого являются элементарные единицы ценотического разнообразия лесов и их сочетаний, исходный для оценки биоразнообразия на всех более высоких уровнях пространственной иерархии (от субрегионального до федерального). Локальный уровень исследования лесов предусматривает наблюдение за уникальными и маргинальными лесными участками в рамках местностей и урочищ [7] и комплексный подход к изучению биоразнообразия с учетом ключевых групп растений и животных, определяющих состав и строение лесных экосистем [8].

Настоящая работа посвящена изучению одного из таких уникальных участков – Базойского лесного массива, самого крупного сохранившегося острова кедровых лесов на южном пределе их распространения на Западно-Сибирской равнине. Авторы не ставили перед собой задачи полного описания этой экосистемы и вполне разделяют мнение, что «учет и оценка разнообразия лесных сообществ остается до настоящего времени сложной и порой неразрешимой проблемой» [8. С. 35]. Это в полной мере относится к кедровым лесам – самым сложным и продуктивным лесным экосистемам. Можно привести лишь один пример исчерпывающей характеристики биоразнообразия сообществ, образуемых кедровыми соснами, – многолетнее исследование большой группой ученых экосистем сосны белокорой *Pinus albicaulis* Engelm., образующей границу древесной растительности в горах на западе Северной Америки [9].

Цель нашего исследования – комплексная оценка современного состояния кедровников на границе ареала на основе сопряженного изучения некоторых основных компонентов лесного биоразнообразия (древостоя, подраста, подлеска, живого напочвенного покрова, ксилотрофной микобиоты и энтомофауны), выявление его композиционных, структурных и функциональных особенностей, тенденций в динамике и трансформациях, обусловленных современными демулационно-дигрессионными явлениями.

Материалы и методики исследования

Исследования проведены в 2011–2012 гг. в окрестностях пос. Базой Кежевниковского района Томской области. Согласно природно-ресурсному районированию Томской области [10] эта территория входит в состав Кежевниковского природно-ресурсного района и расположена на границе под-

тайги (лиственно-лесная подзона) и лесостепи. В связи с высокой распаханностью земель естественная древесная растительность здесь представлена в основном березовыми редколесьями и осиновыми колками. Темнохвойные леса расположены изолированными участками.

Крайние географические координаты Базойского лесного массива в пределах Томской области: на севере – 55°46' N и 83°22' E, на юге – 55°42' N и 83°18' E, на востоке – 55°43' N и 83°22' E, на западе – 55°44' N и 83°18' E. Покрытая лесом площадь, по данным последнего лесоустройства (2006 г.), составляет 2 405,6 га. Насаждения с участием кедра сибирского в составе древостоев (собственно Базойский кедровник) занимают 2 039,9 га, в том числе с высокой его долей (9–10 единиц) – 204,9 га, с преобладанием кедра (5–8 единиц) – 1 154,2 га, с участием кедра 3–4 единицы – 211,8 га, до 2 единиц – 469 га. Площадь кедровых культур 31 га. Часть лесного массива, прилегающая к пос. Базой, имеет типичные черты припоселкового кедровника с признаками наиболее сильного антропогенного воздействия; более отдаленные части сохраняют таежный облик [11]. Базойский кедровник входит в составе кварталов 96–129 в Симанское урочище Симанского участкового лесничества Кожевниковского лесничества Томского управления лесами.

Нашими исследованиями были охвачены насаждения с доминированием кедра сибирского в 18 выделах 8 кварталов (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

Обследованные насаждения Базойского кедровника /
Examined stands of Bazoisky Siberian stone pine forest

№ квартала / Compartment number	98	101	102	106	109	115	119	126
№ выделов / Numbers of stratums	11	2, 3, 5, 7, 11, 14	9	17	6, 7	8	14	2, 10, 11, 12, 20

В связи с комплексным характером исследований для оценки лесного БР были использованы различные методы.

Основной объем работ выполнен на временных пробных площадях 2 типов (размерных и безразмерных). Размерные пробные площади прямоугольной конфигурации величиной 0,25 га закладывались в частях насаждений, глазомерно оцененных как наиболее однородные по всем таксационным показателям и условиям местообитания; на них проводился сплошной переучёт деревьев. На безразмерных пробных площадях по произвольной ходовой линии внутри выдела осуществляли переучёт не менее 100 деревьев основного полога.

Характеристики древостоев (породный состав, возраст, средний диаметр, средняя высота, бонитет, полнота, тип леса, представляющие собой различные элементы БР) определены с использованием стандартных методов глазомерно-измерительной таксации [12]. Типы возрастной структуры кедровников указаны по И.В. Семечкину [13].

При диагностике жизненного состояния (виталитета) взрослых деревьев применяли оценочную шкалу, включающую 5 категорий (I – здоровое дерево, II – ослабленное дерево, III – сильно ослабленное дерево, IV – отмирающее дерево, V – сухостойное дерево) [14–16]; в нашей модификации применительно к кедру сибирскому [17]. Для интегральной характеристики состояния древостоев рассчитывали процентное соотношение суммы квадратов площадей поперечного сечения стволов деревьев разных категорий состояния.

Определение видовой структуры, численности и морфометрических характеристик подроста (естественного возобновления) и культур проводили при сплошном перечёте на трансектах площадью 0,01–0,625 га. Всего было заложено 10 трансект в 9 выделах. Жизненное состояние молодых особей оценивали путем сравнения с заранее подобранными эталонами, т.е. наиболее развитыми и жизнеспособными экземплярами подроста в каждом исследованном сообществе. При оценке естественного и искусственного возобновления на трансектах учитывали характеристики кроны [18], наличие механических повреждений, поражение вредителями и болезнями, что позволило применить пятибалльную шкалу категорий жизненного состояния: I – здоровый подрост (морфотаксационные показатели составляют 100–91% от эталона); II – ослабленные молодые особи подроста (90–71%); III – сильно ослабленные (70–51%); IV – отмирающий подрост (50–31%); V – сухостой (менее 30% от размеров эталона).

На пробных площадях по стандартной методике [19] было сделано 29 полных геоботанических описаний. Для выявления таксономического состава и количественных характеристик ксилофильной микобиоты на пробных площадях и произвольных маршрутах по общепринятым методам [20] проводили сбор и количественный учет плодовых тел грибов. За единицу учёта принято плодовое тело или группа плодовых тел на единице субстрата (отдельное дерево или пень). Зараженность деревьев грибными патогенами определялась при их зондировании буром Пресслера на высоте 30–50 см и на высоте 1,3 м; проанализировано 216 деревьев. Видовая идентификация грибов подтверждена научным сотрудником НИИ биологии и биофизики при Томском государственном университете Н.Н. Кудашовой (Агафоновой).

Исследование ксилофильной энтомофауны проводили по общепринятой методике лесопатологических обследований в хвойных древостоях [21]. Анализу подвергали все заселенные стволовыми насекомыми деревья, обнаруженные на пробных площадях. Стоящие деревья осматривали в комлевой части, а буреломные и ветровальные – на всем протяжении длины ствола. Определение плотности поселения стволовых насекомых на поваленных модельных деревьях проводили на метровых палетках, заложенных в середине района поселения или каждой его трети. Проанализировано 9 модельных деревьев, из них 5 деревьев кедра сибирского и 4 – ели сибирской.

Результаты исследования и обсуждение

Состав и структура древесного яруса. Лесообразующими породами являются кедр сибирский, или сосна сибирская кедровая (*Pinus sibirica* Du Tour), ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.) и береза повислая (*Betula pendula* Roth). Характерная особенность Базойского лесного массива – отсутствие в составе насаждений пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), третьей типичной породы сибирской тайги, что обусловлено неблагоприятными для нее эдафоклиматическими условиями на южной границе произрастания темнохвойных лесов в подтайге. Высокое участие ели в составе древостоя наблюдается в основном в сыроватых местообитаниях.

Основные характеристики древостоев на пробных площадях (пр. пл.) приведены в табл. 2.

Таблица 2 / Table 2

**Таксационная характеристика древостоев кедра сибирского
на пробных площадях в Базойском кедровнике /
Forest inventory characteristics of Siberian stone pine
stands on the plots near Bazoi settlement**

Номер пробной площади (квартал / выдел) / Number of plot (compartment / stratum)	Породный состав древостоя / Stand species composition	Возрастные поколения / Age generation	Средний возраст деревьев, лет / Mean age of trees, years	Средний диаметр ствола, см / Mean stem diameter, cm	Средняя высота дерева, м / Mean tree height, m	Полнота / Normality	Класс бонитета / Quality class	Тип леса / Forest type
98/11	10К		120,0±2,4*	41,1±1,1	21,0±0,4	0,5	II	рз-зм
109/6	7К3Е+Б		170,1±5,0	44,6±2,9	24,1±0,9	0,5	II	рз
102/9	10К		121,6±5,4	46,1±1,1	22,3±0,4	0,5	II	осч-рз
109/7	5К2К3Е+Б	I	195,0**	67,6±1,3	26,0±1,0	0,5	II	крпап-хв-мк
		II	121,0±4,0	43,0±1,3	23,5±1,3			крпап-хв-мк
115/8	6К2К1Е1Б	I	179,6±2,5	58,9±1,4	22,9±0,3	0,5	III	крпап-хв-мк
		II	92,0±4,2	31,1±1,4	19,0±0,4			крпап-хв-мк
119/14	7К3Е		218,0±8,2	51,3±1,4	24,5±1,1	0,4	III	закуст-тр-мох
126/10	9К1Е+Б		210,2±10,0	55,5±3,1	26,8±1,1	1,1	II	хв
126/2	8К2Е		245,3±25,1	76,2±2,5	27,8±1,3	0,4	II	крпап

Примечание / Note. К – *Pinus sibirica*, Е – *Picea obovata*, Б – *Betula pendula*; рз-зм – разнотравно-зеленомошный / Variiherbetum – Bryales; рз – разнотравный / Variiherbetum; осч-рз – осочково-разнотравный / Caricis – Variiherbetum; крпап-хв-мк – крупнопоротниково-хвощово-мелкотравный / Fernan – Equiseti – Parviherbetum; закуст-тр-мох – закусаренный травяно-моховой / Fruticis – Herbae – Bryales; хв – хвощовый / Equiseti; крпап – крупнопоротниковый / Fernan.

* Здесь и далее приведено среднearифметическое значение показателя ± стандартная ошибка средней / Here in after, arithmetic mean value of the parameter ± standard error of the mean.

** По данным лесоустройства 2006 г. / By the data of Forest Management 2006.

Доля кедра в составе насаждений на пробных площадях колеблется от 5 до 10 единиц. Наряду с абсолютно одновозрастными (пр. пл. 98/11, 102/9, 126/10) присутствуют одновозрастные (пр. пл. 126/2), относительно одновозрастные (пр. пл. 109/7) и разновозрастные (пр. пл. 115/8) древостои. Средний возраст кедра варьирует от 90 до 250 лет, определяя разнообразие морфометрических показателей деревьев. В целом по обследованным насаждениям производительность лесорастительных условий соответствует II и III классам бонитета, что указывает на довольно высокую степень богатства местообитаний. Древостои кедра характеризуются средней и низкой полнотой (0,4–0,5), что свойственно окультуренным припоселковым кедровникам с их антропогенным формированием путем вырубki сопутствующих пород. Из всех обследованных пробных площадей только одна (126/10) имеет полноту больше единицы, что связано с таежным типом строения данного участка леса.

Жизненное состояние кедровых древостоев обусловлено комплексом факторов, среди которых первостепенное значение имеют механические повреждения стволов при орехопромысле, гнилевые инфекции и вспышки размножения хвоегрызущих насекомых – сибирского шелкопряда *Dendrolimus sibiricus* Tschetw. (Lepidoptera, Lasiocampidae) и рыжего соснового пилильщика *Neodiprion sertifer* Geoffr. (Hymenoptera, Diprionidae), которые наблюдались в Базойском кедровнике в 1990–1996 гг., в 2001 г. [22] и в 2007–2010 гг.

В ходе оценки древостоев кедра худшее их текущее жизненное состояние выявлено в чистых кедровниках на пробных площадях 98/11 и 102/9, где в период последней вспышки сибирского шелкопряда действовали наиболее интенсивные очаги размножения. Многократное объедание хвои гусеницами шелкопряда в 2007–2010 гг. привело к полной дефолиации крон и гибели древостоя на пробной площади 98/11 (рис. 1, а). Общий отпад составил 90,1%; немногочисленные жизнеспособные деревья (4,6%) сильно ослаблены.

До момента гибели древостоя на данном участке леса основными причинами ослабления деревьев были пораженность гнилевыми болезнями (30,3% деревьев) и механические повреждения стволов естественного и антропогенного происхождения. Так, обдиры обнаружены у 59% деревьев, причем у 26% – незаросшие, являющиеся воротами для проникновения дереворазрушающих грибов, из них лишь 3% – с повреждениями, не связанными с заготовкой ореха. Среди других механических повреждений выявлено наличие морозных трещин у 1% деревьев. На 5% деревьев отмечались попытки заселения шестизубчатым короедом *Ips sexdentatus* (Boern.), 3% деревьев отработаны большим черным хвойным усачом *Monochamus urussovi* (Fisch.).

Древостой кедра на пробной площади 102/9 также был поврежден в результате объедания хвои сибирским шелкопрядом в средней и сильной степени, однако насаждение на данном участке леса представлено преимущественно жизнеспособными деревьями I–III категории (82,3%), что обусловлено, видимо, меньшей численностью вредителя. Тем не менее общее состояние древостоя характеризуется как сильно ослабленное, в виталитетном

спектре преобладают деревья II категории состояния, отмирающих деревьев насчитывалось 13,7%, а общий отпад составил 4% (рис. 1, b). У 61% деревьев стволы были повреждены в результате околота во время сбора ореха, из них 20% имели незаросшие обдиры. Морозные трещины были отмечены у 2% деревьев. При зондировании выявлен довольно высокий уровень поражения фитопатогенными грибами – 33,3%. Более трети сухостойных деревьев (37,5%) отработаны большим черным хвойным усачом по общему типу, еще у 2% деревьев отмечены его поселения по местному типу.

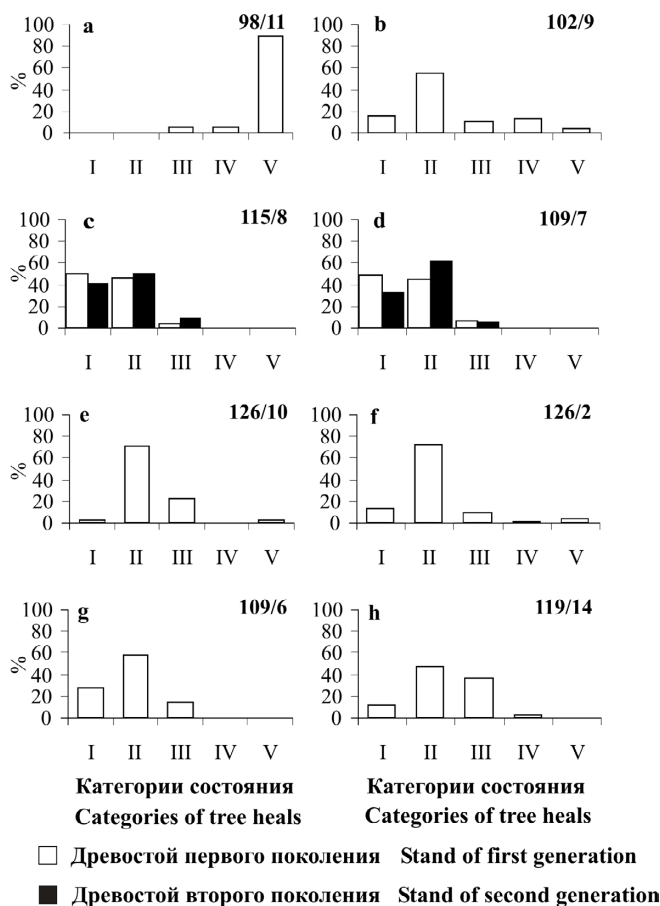


Рис. 1. Распределение деревьев кедр сибирского по категориям состояния на пробных площадях в Базойском кедровнике.

Категории состояния: I – здоровые деревья; II – ослабленные деревья;
III – сильно ослабленные деревья; IV – отмирающие деревья;
V – сухостойные деревья /

Fig. 1. Distribution of *P. sibirica* trees according to the categories of state on the sampling plots in Bazoisky Siberian stone pine forest
categories of state: I – healthy trees; II – weakened trees;
III – heavily weakened trees; IV – dying trees; V – dead-standing trees

Наилучшее состояние кедровых древостоев выявлено на пробных площадях 115/8 и 109/7, где представлено два возрастных поколения (см. табл. 2). На момент проведения исследований состояние кедровых насаждений здесь можно считать удовлетворительным: деревья первого и второго поколений представлены только жизнеспособными особями (рис. 1, *c, d*). На пробной площади 115/8 здоровые деревья в первом поколении составляют 50,1%, на долю II категории состояния приходится 46,3%, III категории – 3,6%. Второе поколение кедра находится в несколько худшем состоянии (41% здоровых деревьев), что, вероятно, явилось результатом конкурентного подавления со стороны более старых деревьев в прошлом. Та же тенденция прослеживается и в древостое на пробной площади 109/7, где максимум в виталитетном спектре приходится на I категорию состояния для деревьев первого поколения (49%) и II категорию – для деревьев второго поколения (62,3%). Среди особей первого поколения на обеих пробных площадях довольно высок уровень зараженности деревьев ксилотрофными грибами. На пробной площади 115/8 поражено болезнями 86,5% деревьев, на пробной площади 109/7 – 100%, что, однако, не во всех случаях отражалось на морфологических признаках кроны, являющихся основными при диагностике жизненного состояния дерева. Для второго поколения кедра также характерна высокая степень пораженности болезнями (47,1% на пробной площади 115/8 и 75% на пробной площади 109/7), тем не менее значения её ниже, чем у более старых деревьев. Среди механических повреждений самым распространенным видом являются обдиры; на пробной площади 115/8 данный вид повреждений отмечен у 43,1% деревьев I поколения и 40% деревьев II поколения. На пробной площади 109/7 деревья I поколения с обдирами составили 37,3%, из них 29,8% – с незаросшими ранами; у 3% деревьев отмечены обдиры корневых лап и у 11,9% – морозные трещины. Деревья второго поколения повреждены чуть меньше: 36,4% с обдирами ствола, из них 21,2% с незаросшими обдирами, 6,1% имели морозные трещины.

Спелые и перестойные насаждения кедра на пробных площадях 126/10, 126/02 по доле деревьев разных категорий состояния диагностируются как сильно ослабленные, насаждение на пробной площади 109/6 – как ослабленное (рис. 1, *e, f, g*). Им свойственна невысокая доля здоровых деревьев (от 3 до 27,8%); перспектива – дальнейшее ослабление (доля деревьев II категории – «ослабленные» – составляет 57,9–72,7%), что обусловлено естественными процессами старения. Во всех исследованных древостоях выявлены механические повреждения стволов: незаросшие обдиры (от 26,7 до 60,5% деревьев), морозные трещины (от 2,9 до 4,4%). Обдиры корневых лап обнаружены в среднем у 4,4% деревьев, а сломы вершин – у 3%. Широкое распространение имеют скрытые гнили. Так, в насаждении на пробной площади 109/6 68% всех зондированных деревьев поражены ксилотрофными грибами, на двух остальных участках уровень пораженности болезнями достиг 100%.

В древостоях на пробной площади 119/14 (рис. 1, *h*) преобладают жизнеспособные, но ослабленные особи (II категория – 47,4%, III – 37,4%). Деревья без признаков ослабления составили 12,1%. Отмирающих кедров насчитывалось 3,1%. Распределение деревьев по категориям жизненного состояния на пробной площади позволяет сделать вывод о сильном ослаблении древостоя, которое прежде всего обусловлено возрастным снижением жизнеспособности, а также заболоченностью местообитания. На 46,3% деревьев обнаружены вмятины и засмоленные раны от околота, заросшие обдиры различного происхождения, на 18,8% деревьев – незаросшие повреждения ствола. Морозные трещины зафиксированы у 1,3% деревьев.

Таким образом, все исследованные нами древостои кедра сибирского ослаблены в той или иной степени воздействием ряда неблагоприятных факторов. Наилучшее состояние выявлено в разновозрастных насаждениях с примесью других пород (ель, сосна, береза), худшее – в чистых кедровых массивах, поврежденных в результате массового размножения сибирского шелкопряда.

Подлесок и живой напочвенный покров. Основу растительного покрова Базойского кедровника формируют различные варианты разнотравного типа леса (пр. пл. 109/6): разнотравные, разнотравно-осочковые и папоротниково-разнотравные. Они занимают автоморфные местообитания и отличаются высоким обилием костяники (*Rubus saxatilis* L.), осочки большехвостой (*Carex macroura* Meinsh.), вейника тупоколоскового (*Calamagrostis obtusata* Trin.) и папоротника-орляка (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn). Характерной особенностью этих растительных сообществ является присутствие в составе фитоценозов большого числа видов разнотравья, а также более или менее сильная закустаренность (10–30%) черемухой (*Padus avium* Mill.) и рябиной (*Sorbus sibirica* Hedl.).

По неглубоким транзитным понижениям доминировавшее в напочвенном покрове разнотравье уступает место страуснику обыкновенному (*Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod.), что ведет к формированию крупнопапоротниковых сообществ (пр. пл. 126/2). По мере дальнейшего нарастания гидроморфности местообитаний кедровники через ряд переходных крупнопапоротниково-хвощово-мелкотравных сообществ (пр. пл. 115/8, 109/7) сменяются по сырым местам хвощовыми фитоценозами (пр. пл. 126/10) с доминированием хвоща лугового (*Equisetum pratense* Ehrh.).

Заболоченные варианты кедровых лесов развиваются в долине р. Кинда и представлены сильно закустаренными черной смородиной (*Ribes nigrum* L.) травяно-моховыми фитоценозами (пр. пл. 119/14), плавно переходящими в древесное пойменное болото – еловую кочкарно-осоковую согру.

Вспышка размножения сибирского шелкопряда в кедровых лесах автоморфных местообитаний привела к формированию разнотравно-зеленомошного напочвенного покрова (пр. пл. 98/11), в котором резко увеличилось обилие разнотравья, а на менее пострадавшем от вредителя участке – осоч-

ково-разнотравного фитоценоза (пр. пл. 102/9) с довольно большим участием осочки большехвостой.

В заложенных на месте старых вырубок лесных культурах (пр. пл. 101/11) развит осочково-папоротниковый напочвенный покров, в который, на фоне господствующего положения лесных растений, внедряются многочисленные луговые виды – тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.), кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leysser) Holub), звездчатка злаковая (*Stellaria graminea* L.) и др.

Характерные особенности Базойского кедровника как наиболее южного крупного массива, расположенного в подтайге, где зональны травяные типы леса, – высокое флористическое разнообразие растительных сообществ и формирование многовидового подлеска. Количество видов кустарников в кедровых лесах изменяется от 4 до 10 на площади 625 м² (25×25 м). В травяном покрове по градиенту увлажнения видовая насыщенность снижается с 49 видов в сухих разнотравных и разнотравно-осочковых сообществах до 32 в сырых хвощовых фитоценозах и резко (до 55 видов) увеличивается в закустаренных травяно-моховых кедровых лесах. В напочвенном моховом покрове наблюдается обратная картина – по мере усиления гидроморфизма местообитаний количество видов увеличивается с 1–2 в автоморфных до 10 в полугидроморфных и 15 в заболоченных лесах. В целом видовая насыщенность фитоценозов колеблется от 50 до 67 видов на 625 м². Максимальная видовая насыщенность (83 вида) характерна для заболоченных кедровников, где резко выраженный микрорельеф обуславливает участие в сложении фитоценозов как лесных, так и лесоболотных и болотных видов.

В ходе исследования в Базойском кедровнике обнаружены небольшие популяции башмачков крупноцветкового (*Cypripedium macranthum* Sw.) и известнякового (*C. calceolus* L.) – видов, занесенных в Красную Книгу России и Красную Книгу Томской области.

Лесовозобновление. По сравнению с южно-таёжными припоселковыми кедровниками Томской области [18] возобновление в Базойском кедровнике отличается наименьшей сукцессионной сложностью [23] с преобладанием двух пород – кедра и ели.

Основные характеристики молодого поколения хвойных, включая подрост и всходы, приведены в табл. 3.

При оценке численности и состояния молодых особей было выявлено неудовлетворительное лесовозобновление в чистых кедровниках на пробных площадях 98/11, 102/9, 115/8, 109/7, 126/2. Общее количество подроста средней высоты от 0,3 до 2,0 м и в возрасте от 5 до 28 лет обычно не превышает 1–1,5 тыс. шт./га, что затрудняет восстановление исходных насаждений. Сильное воздействие вспышки размножения сибирского шелкопряда на возобновление на пробной площади 98/11 привело к формированию правосторонних виталитетных спектров подроста (рис. 2, а) со смещением в сторону значительного увеличения сухостойных экземпляров (см. табл. 3).

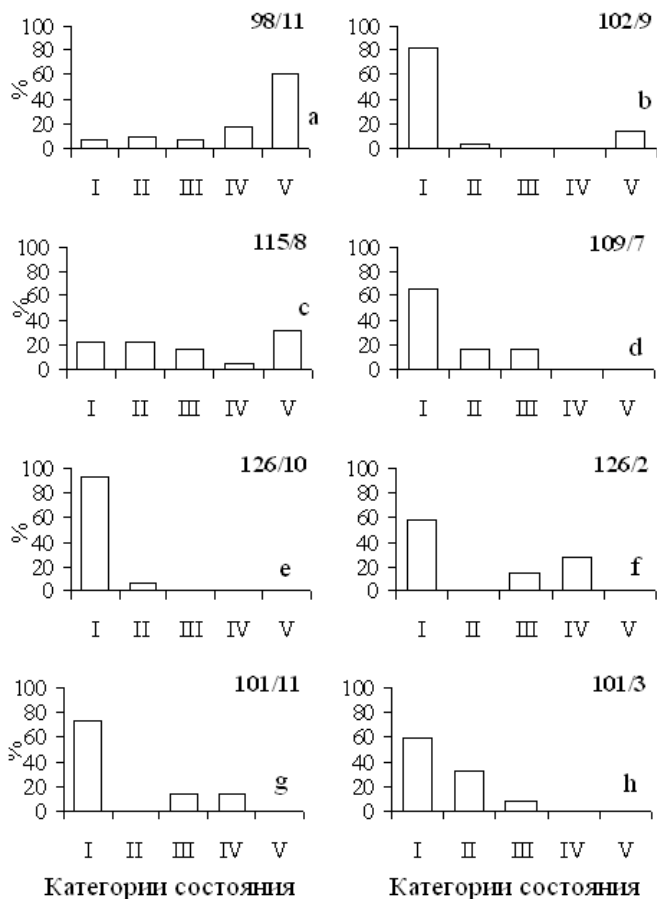
Таблица 3 / Table 3

**Показатели лесовозобновления в Базойском кедровнике /
Reforestation parameters in Bazoisky Siberian stone pine forest**

№ пробной площади / Number of plot	Состав подроста / Undergrowth composition	Кол-во подроста, тыс. шт./га / Undergrowth number, thousand specimens/ha	Средняя высота, м* / Mean height, m*	Лим возраста кедра, лет / <i>P. sibirica</i> trees age, lim, years	Сухостой, % / Dead-standing trees, %	Входы кедра, % / Seedlings of <i>P. sibirica</i> , %
98/11	9Е 1К	1,096	1,25±0,07	14–28	61	–
		0,134	1,60±0,27			
		Σ 1,23				
102/9	7К 3Е +Б +Ос	0,288	0,29±0,16	5–6	15	100
		0,096	1,15±0,31			
		0,016	1,60			
		0,016	4,00			
		Σ 0,416				
115/8	5К 4Е 1Б	0,192	1,60±0,42	13–25	33	–
		0,144	2,44±0,34			
		0,016	0,90			
		Σ 0,352				
109/7	7К 3Е	0,064	0,83±0,76	5–50	–	75
		0,032	4,50±0,50			
		Σ 0,096				
126/10	6Е 4К	4,737	0,51±0,05	6–25	–	8
		3,421	0,42±0,07			
		Σ 8,158				
109/6	5К 4Е 1Б	1,8	0,30±0,11	6–9	12	–
		1,2	1,33±0,39			
		0,4	1,95±0,05			
		Σ 3,4				
126/2	9Е 1К	0,096	1,68±0,49	26	28	–
		0,016	2,00			
		Σ 0,112				
101/11 культуры кедра / <i>P. sibirica</i> artificial stands	9К 1Е	0,176	1,96±0,30	10–20	–	–
		0,032	1,25			
		Σ 0,208				
101/11 смешанные (кедрово- сосновые) культуры / mixed <i>P. sibirica</i> and <i>P. sylvestris</i> artificial stands	4К 4Б 1С 1Ос	0,8	2,83±0,19	15–21	–	–
		0,9	4,61±0,55			
		0,2	1,85±0,05			
		0,2	2,30			
		Σ 2,1				
101/3 вырубка / felled area	9К 1Е	3,667	0,46±0,09	11–35	–	–

Примечание / Note. К – *Pinus sibirica*, Е – *Picea obovata*, Б – *Betula pendula*; С – *Pinus sylvestris*, Ос – *Populus tremula*.

За период последней вспышки размножения вредителя дефолиация подраста хвойных, как и древесного полога, достигала 100%. Вместе с тем уже в 2011 г. была выявлена положительная реакция подраста на прекращение действия деструктивного фактора – наблюдается восстановление ассимиляционного аппарата (живая хвоя текущего года).



Categories of undergrowth heals Categories of undergrowth heals

Рис. 2. Распределение хвойного подраста по категориям состояния в Базойском кедровнике на различных этапах лесообразовательного процесса: *a-f* – под пологом материнского древостоя; *g* – лесосукультурный этап; *h* – начало демутационной сукцессии после вырубki. Категории состояния: I – здоровый подрост; II – ослабленный подрост; III – сильно ослабленный подрост; IV – отмирающий подрост; V – сухостой /

Fig. 2. Distribution of coniferous undergrowth according to the categories of state Bazoisky Siberian stone pine forest at different stages of forest forming process: *a-f* – under the canopy of parent stand; *g* – silvicultural stage; *h* – beginning of demutational succession after cutting. Categories of state: I – healthy trees; II – weakened trees; III – heavily weakened trees; IV – dying trees; V – dead-standing trees

Возобновление в насаждении на пробной площади 102/9, слабее поврежденном сибирским шелкопрядом, состоит в абсолютном большинстве из жизнеспособных всходов кедра (возраст 5–6 лет, средняя высота 0,29 м). Погибших особей подроста хвойных здесь вчетверо меньше, чем в очаге массового размножения шелкопряда, и все они представлены елью (см. табл. 3).

В лучших по состоянию кедровниках с двумя возрастными поколениями (пр. пл. 115/8 и 109/7) естественное возобновление под пологом представлено отдельными экземплярами подроста кедра и ели, что вполне сходно с общей картиной естественного лесовосстановления в южной тайге [24]. В еловой субценопопуляции подроста, имеющего среднюю высоту 2,44 м, наблюдалось 33% сухостоя. Жизнеспособные всходы кедра составили 75% от общего количества.

В ослабленных спелых и перестойных насаждениях (пр. пл. 109/6, 126/2, 126/10) доминирует еловый подрост, находящийся на ювенильной (средняя высота 0,51 м) и имматурной (средняя высота от 1,33 до 1,68 м) стадиях онтогенеза; количество его достаточно для восстановления древостоев. Кедровый же подрост представлен в основном ювенильными особями и более взрослыми единичными экземплярами.

При таком соотношении и состоянии хвойного подроста в Базойском кедровнике можно ожидать, что в будущем при стихийном развитии насаждений кедр сменится елью. Поэтому интересно выяснить потенциал кедра при искусственном и естественном залесении мест выборочных санитарных рубок в древостоях, погибших от пожаров и хвоегрызущих вредителей. Для сохранения площади кедровых лесов в Симанском урочище с 1962 г. широко применяется лесокультурный метод восстановления путем единовременной посадки саженцев и, как правило, без дальнейшего ухода за ними. Как и в других кедровниках юга Томской области, здесь в чистых и смешанных культурах преобладает здоровый подрост кедра (рис. 2, г). Однако его количество недостаточно для восстановления материнских древостоев (см. табл. 3, пр. пл. 101/11), к тому же его составляют ювенильные особи с высоким уровнем естественного отпада и находящиеся под постоянным антропогенным воздействием (потрава скотом).

Начало демутационной сукцессии на вырубке (пр. пл. 101/3) характеризуется распределением жизнеспособного естественного возобновления хвойных по I–III категориям состояния (рис. 2, б) с преобладанием кедра и достаточным его количеством для дальнейшего восстановления древостоя (см. табл. 3).

Для поддержания кедровой формации на южной границе ареала необходимо содействие естественному возобновлению вырубок и расширение площади культур с надлежащим уходом за ними.

Ксилотрофная микобиота. Обнаруженные в Базойском кедровнике виды ксилотрофных макромицетов, растущие на кедре сибирском и использующие его как субстрат, относятся к разным экологическим группам, среди

которых доминируют сапротрофы, развивающиеся на валежной, сухостойной древесине, на отмерших участках живых деревьев, на пнях с разной степенью разложения. Среди них наиболее широко распространен трихептум пихтовый *Trichaptum abietinum* (Dicks.) Ryvarden, встречаемость которого в Базойском кедровнике (15,7%) почти в 10 раз выше, чем в 9 ранее исследованных южно-таёжных кедровниках Томской области [25]. Вторым по встречаемости вид дереворазрушающих грибов – трутовик Швейница *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat. (12,9%), самый многочисленный и константный в припоселковых кедровниках Томской области, что обусловлено сильным повреждением корневых лап кедра в результате выпаса скота в насаждениях. На отмирающих и сухостойных деревьях часто встречается окаймленный трутовик *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. (встречаемость 4,3%).

Помимо трутовиков, на гнилой древесине кедра найдены агарикоидные грибы, среди которых самыми распространенными являются представители рода *Mycena* spp. (22,9%), а также ксеромфалина колокольчатая *Xeromphalina campanella* (Batsch) Maire. (4,3%).

Насекомые-ксилофаги. В Базойском кедровнике на хвойных породах обнаружено 22 вида ксилофагов (табл. 4) из отряда жесткокрылых (Coleoptera), в том числе 18 – на кедре, 4 – на ели и 2 – на сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), чрезвычайно редко встречающейся в составе обследованных естественных насаждений. Такое распределение видового разнообразия стволовых насекомых по кормовым растениям, несомненно, обусловлено разным обилием последних в районе исследования.

Новым для Томской области, найденным только в Базойском кедровнике, является байкальский гравёр *Pityogenes conjunctus*. Остальные виды – типичные обитатели сибирских полидоминантных темнохвойных лесов [26], при этом видовое разнообразие стволовых дендрофагов на южной границе произрастания темнохвойных лесов сокращается почти в 2 раза по сравнению с более северными лесами Томской области, где с кедром и елью трофически связаны более 40 видов жесткокрылых [27].

Особенностью подкорного населения хвойных пород в Базойском лесном массиве также является невысокий уровень его численности. На кедре сибирском здесь чаще других видов встречаются большой черный хвойный усач *M. urussovi*, шестизубчатый короед *I. sexdentatus* и синяя сосновая златка *Ph. cyanea*, которые севернее, в южно-таежных припоселковых кедровниках Томской области, достигают высокой численности и играют главную роль в формировании очагов массового размножения стволовых насекомых.

Из-за низкой фоновой численности стволовых дендрофагов даже массовое ослабление деревьев в результате недавней вспышки размножения сибирского шелкопряда не оказало заметного иницирующего воздействия на увеличение плотности их популяций. Результаты обследования стоящих усохших, ветровальных и буреломных деревьев в 2011 г. и данные феромонного мониторинга, проведенного в 2010 г., указывают на низкую плотность

популяции такого агрессивного вредителя кедра в Западной Сибири, как шестизубчатый короед, способный при высокой численности нападать даже на внешне здоровые деревья.

Таблица 4 / Table 4

**Видовой состав насекомых-ксилофагов на хвойных породах в Базойском кедровнике /
Species composition of xylophagous insects on coniferous plants
in Bazoisky Siberian stone pine forest**

Таксон / Taxon	Кормовые растения / Forage plants		
	<i>Pinus sibirica</i>	<i>Picea obovata</i>	<i>Pinus sylvestris</i>
Сем. Buprestidae – златки			
<i>Phaeonops cyanea</i> (Fabricius, 1775)	+		
Сем. Cerambycidae – усачи			
Подсем. Lepturinae			
<i>Rhagium inquisitor</i> (Linnaeus, 1758)	+		
Подсем. Aseminae			
<i>Asemum striatum</i> (Linnaeus, 1758)		+	
Подсем. Lamiinae			
<i>Monochamus urussovi</i> (Fischer, 1806)	+		
<i>M. saltuarius</i> Gebler, 1830		+	
<i>Acanthocinus aedilis</i> (Linnaeus, 1758)	+		
<i>A. carinulatus</i> Gebler, 1833	+		
Сем. Curculionidae – долгоносики			
Подсем. Molytinae			
<i>Pissodes pini</i> (Linnaeus, 1758)	+		
Подсем. Scolytinae			
<i>Hylurgops palliatus</i> (Gyllenhal, 1813)	+	+	
<i>H. glabratus</i> (Zetterstedt, 1828)	+		
<i>Tomicus minor</i> (Hartig, 1834)			+
<i>T. piniperda</i> (Linnaeus, 1758)	+		
<i>Polygraphus subopacus</i> Thomson, 1871	+		
<i>Pityogenes chalcographus</i> (Linnaeus, 1761)	+		
<i>P. conjunctus</i> (Reitter, 1887)	+		
<i>Orthotomicus laricis</i> (Fabricius, 1792)	+		
<i>Ips sexdentatus</i> (Boerner, 1767)	+		
<i>I. duplicatus</i> (Sahlberg, 1836)	+		
<i>I. typographus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	
<i>Dryocoetes hectographus</i> Reitter, 1913	+		
<i>Crypturgus cinereus</i> (Herbst, 1793)			+
<i>Trypodendron lineatum</i> (Olivier, 1795)	+		

Отсутствие очагов размножения *I. sexdentatus* после вспышки численности сибирского шелкопряда в Базойском кедровнике можно объяснить тем, что весенний лёт короедов происходит раньше, чем ослабление живых деревьев в результате питания гусениц шелкопряда в этот период до уровня, пригодного для заселения стволовых насекомых. В связи с этим короед весной заселял более подходящие для питания немногочисленные деревья осенне-зимнего ветровала и бурелома, поддерживая в лесах переработку естественного отпада и не переключаясь на патологический отпад, который отрабатывается усачами – ксилофагами летней фенологической группы. О низкой численности популяции шестизубчатого короеда также свидетельствует такой показатель, как протяженность района поселения на дереве. Полное заселение было от-

мечено лишь на одном лежащем дереве в 14-м выделе 101-го квартала, находившемся на периферии древостоя под действием прямых солнечных лучей, что могло сделать это дерево наиболее привлекательным для свето- и теплолюбивого *I. sexdentatus*. Значение плотности поселения родительского поколения – 0,45 семей/дм² – здесь было достаточно высоким. На остальных модельных деревьях протяженность района поселения составляла всего от 10 до 30% длины дерева, а плотность поселения – от 0,01 до 0,24 семей/дм², это низкие показатели для данного вида [28].

Район тонкой коры на стволах поваленных деревьев кедра в случае затененности и близости к земле заселял черно-бурый лубоед *H. glabratus*. Вершинную часть ствола и ветви занимал обыкновенный гравёр *P. chalcographus*, реже встречались байкальский гравёр и малый еловый полиграф *P. subopacus*.

Одним из наиболее часто встречающихся видов стволовых насекомых на ели сибирской являлся короед-типограф *I. typographus*. Повреждений типографом стоящих ослабленных елей нами не отмечено, но буреломные и ветровальные деревья были заселены им по всей длине. Плотность поселения на модельных деревьях варьировала от 0,52 до 1,84 семей/дм², что соответствует средним значениям для данного вида [28] и свидетельствует о пребывании популяции короеда в пределах численности, необходимой для утилизации естественного отпада в древостое.

Заключение

Характер современного биологического разнообразия в подтаёжных островных кедровых лесах Западной Сибири на границе с лесостепью определен природными условиями района и естественным ходом лесообразовательного процесса, а также действием деструктивных биотических и антропогенных факторов. Эти факторы формирования биоразнообразия действуют взаимосвязанно, определяя особенности состава, структуры и функционального состояния его компонентов.

Конституциональными особенностями изученных кедровников на южном пределе распространения, по сравнению с более северными их аналогами, являются сокращение видового состава древесного яруса, изменение структуры доминирования в направлении монопородности древостоев, уменьшение сукцессионной сложности естественного возобновления, высокое флористическое разнообразие нижних ярусов растительных сообществ, обеднение видового состава и низкая фоновая численность стволовых насекомых, трофически связанных с хвойными породами.

Специфика функционального биоразнообразия состоит в ухудшении жизненного состояния кедра сибирского в различные периоды онтогенеза, что свидетельствует, прежде всего, о нарушении устойчивости его произрастания в маргинальных условиях. Факторами ослабления кедра являются также старовозрастность древостоев, локальная заболоченность, выпас ско-

та, механические повреждения, связанные с орехопромыслом, высокий уровень распространения грибных патогенов, часто повторяющиеся вспышки размножения опасных хвоегрызущих вредителей.

Наблюдаемые в Базойском лесном массиве активно протекающие процессы трансформации лесного биоразнообразия, определяющие высокие темпы и комплексный характер деградации сообществ, требуют организации постоянного экосистемного мониторинга и срочного проведения лесохозяйственных и природоохранных мероприятий для сохранения уникальной лесной экосистемы.

Литература

1. Исаев А.С., Носова Л.М., Пузаченко Ю.Г. Биологическое разнообразие лесов России // Биологическое разнообразие лесных экосистем : сб. статей по материалам Всерос. совещания (Москва, ноябрь 1995). М. : Международн. ин-т леса, 1995. С. 3–10.
2. Lindenmayer D.B., Margules C.R., Botkin D.B. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management // Conservation Biology. 2000. Vol. 14, № 4. P. 941–950.
3. Newton A.C., Kapos V. Biodiversity indicators in natural forest inventories // Unasylva. 2002. Vol. 53, № 210. P. 56–64.
4. Noss R.F. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach // Conservation Biology. 1990. Vol. 4, № 4. P. 355–364.
5. Dallmeier F., Comiskey J.A. Forest biodiversity assessment, monitoring, and evaluation for adaptive management // Forest biodiversity research, monitoring and modeling : Conceptual background and Old World case studies. Carnforth (UK): Unesco and Parthenon Publ. Group, 1998. Vol. 20. P. 3–16.
6. Беднова О.В. Биоразнообразие в лесных экосистемах: зачем и как его оценивать // Лесной вестник. Вестник Московского государственного университета леса. 2003. № 2. С. 149–155.
7. Черненко Т.В., Бочарников В.Н. Комплексная оценка и организация данных в системе биомониторинга лесных территорий // Лесоведение. 2003. № 1. С. 37–47.
8. Мониторинг биологического разнообразия лесов России: методология и методы / отв. ред. А.С. Исаев ; Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН. М. : Наука, 2008. 453 с.
9. *Whitebark pine communities: ecology and restoration* / Diana F. Tomback, editor; Stephen F. Arno, Robert E. Keane, consulting editors. Washington : Island Press, 2001. 440 с.
10. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н., Лапина Е.Д., Березин А.Е., Лыгин В.А., Мульдияров Е.Я. Природно-ресурсное районирование Томской области // Экология регионального природопользования. Препринт 2 / под ред. В.Н. Воробьева. Томск : Изд-во «Спектр» ИОА СО РАН, 1997. 40 с.
11. Алексеев Ю.Б., Седых В.Н. Развитие припоселковых кедровников // Повышение эффективности лесного хозяйства в Западной Сибири / под ред. В.Н. Габеева. Новосибирск : Наука, 1976. С. 133–178.
12. Чмыр А.Ф., Маркова И.А., Сенов С.Н. Методология лесоводственных исследований : учеб. пособие. СПб. : ЛТА, 2001. 96 с.
13. Семечкин И.В. Структура и динамика кедровников Сибири. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2002. 253 с.
14. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
15. *Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*. Hamburg ; Prague : BFH and Sachsische Zeitung, 1994. 177 p.

16. Ewald J. Ecological background of crown condition, growth and nutritional status of *Picea abies* (L.) Karst. in the Bavarian Alps // European Journal of Forest Research. 2005. № 1. Р. 9–18.
17. Кривец С.А., Бисирова Э.М., Демидко Д.А. Виталитетная структура древостоев кедра сибирского *Pinus sibirica* Du Tour на юго-востоке Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. 2008. № 313. С. 225–231.
18. Бех И.А. Кедровники Южного Приобья. Новосибирск : Наука, 1974. 212 с.
19. Корчагин А.А. Строение растительных сообществ // Полевая геоботаника. М. : Наука, 1976. Т. 5. 320 с.
20. Бондарцев А.С., Зингер Р.А. Руководство по сбору высших базидиальных грибов для научного их изучения // Труды Бот. ин-та им. В.Л. Комарова. Споровые растения. Сер. 2, вып. 6 / под ред. В.П. Савича. М. ; Л. : Академия наук СССР, 1950. С. 449–572.
21. Катаев О.А., Поповичев Б.Г. Лесопатологические обследования для изучения стволовых вредителей в хвойных древостоях : учеб. пособие. СПб. : СПбГЛТА, 2001. 72 с.
22. Кривец С.А., Чемоданов А.В. Насекомые – вредители лесов Томской области // Энтомологические исследования в Сибири. Красноярск : ИЛ СО РАН, 2005. С. 98–118.
23. Седых В.Н. Лесообразовательный процесс. Новосибирск : Наука, 2009. 164 с.
24. Бех И.А., Воробьев В.Н. Проблемы кедра // Потенциальные кедровники. Вып. 6 / под ред. В.Н. Воробьева. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 1998. 123 с.
25. Бисирова Э.М., Агафонова Н.Н. Ксилотрофные грибы припоселковых кедровников Томской области и их численная характеристика // Болезни и вредители в лесах России: XXI век : материалы Всероссийской конференции и V ежегодных Чтений памяти О.А. Катаева. Красноярск : ИЛ СО РАН, 2011. С. 70–72.
26. Криволицкая Г.О. Скрытостволовые вредители в темнохвойных лесах Западной Сибири, поврежденных сибирским шелкопрядом. М. ; Л. : Наука, 1965. 129 с.
27. Кривец С.А., Высотина С.В. Эколого-фаунистический обзор стволовых жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) – дендрофагов хвойных лесов Прикетья // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2011. № 3(15). С. 111–125.
28. Маслов А.Д. Методические рекомендации по надзору, учету и прогнозу массовых размножений стволовых вредителей и санитарного состояния лесов. Пушкино : ВНИИЛМ, 2006. 108 с.

*Поступила в редакцию 14.02.2013 г.; повторно 24.01.2014;
принята 15.02.2014 г.*

Авторский коллектив:

Кривец Светлана Арнольдовна – доцент, канд. биол. наук, в.н.с. лаборатории мониторинга лесных экосистем Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (г. Томск, Россия). E-mail: krivec@inbox.ru

Бисирова Эльвина Михайловна – н.с. лаборатории мониторинга лесных экосистем Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (г. Томск, Россия). E-mail: bissirovaem@mail.ru

Чернова Наталья Александровна – канд. биол. наук, н.с. лаборатории мониторинга лесных экосистем Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (г. Томск, Россия). E-mail: naitina@rambler.ru

Пац Елена Николаевна – канд. биол. наук, н.с. лаборатории мониторинга лесных экосистем Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (г. Томск, Россия). E-mail: patz_imces@mail.ru

Керчев Иван Андреевич – канд. биол. наук, м.н.с. лаборатории мониторинга лесных экосистем Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (г. Томск, Россия). E-mail: ike86@mail.ru

Svetlana A. Krivets*, Elvina M. Bisirova,
Natalia A. Chernova, Elena N. Pats, Ivan A. Kerchev

Laboratory of Monitoring of Forest Ecosystems, Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russian Federation.

*E-mail: krivec@inbox.ru

A complex description of Siberian stone pine forests biodiversity at the southern border of their outreach in West Siberia

The specificity of biological diversity in west Siberian subtaiga stone pine forest outliers in the forest-steppe adjacent area (Bazoisky forest area, Tomsk oblast, Russian Federation) and their current state was generally formed due to natural conditions of the region combined with uncontrolled forest forming process and destructive factors impact, including anthropogenic stresses, on the local ecosystem. These factors are closely linked and contribute to the nature of biodiversity and its composition development interdependently.

Biological diversity of stone pine forests near southern border of their distribution features a number of distinctions in its structure. As compared to the stone pine forests in the north, these distinctions are as follows: a decrease in floristic composition of the tree layer, dominance structure transition to monospecies stands, a decrease in undergrowth species number, rich floristic diversity of plant communities, floristic composition degradation and low xylophagous insects population number.

Functional biodiversity suffers from low vitality of Siberian stone pine that manifests itself at different ontogeny stages. This results from the forest stands old-growth, mechanical damage caused by nut collection, high distribution rate of rot pathogens, recurrent conifer-chewing pest outbreaks, livestock grazing and waterlogging.

The vegetation cover foundation in this area is formed by a few variants of variherbetum types of forest growing in automorphic habitats with distinct abundance of *Rubus saxatilis*, *Carex macroura*, *Calamagrostis obtusata*, *Pteridium aquilinum*, *Padus avium* and *Sorbus sibirica*. As their habitats grow more humid they are being crowded out by ferns (*Matteuccia struthiopteris*) followed by horsetail communities (*Equisetum pratense*). Swampy stone pine forests of Bazoistow are basically pure herbae palustres communities. Species richness in these communities varies from 50 to 83 per 625 m² area.

Together with the predominant *Pinus sibirica*, Siberian spruce (*Picea obovata*) and Silver birch (*Betula pendula*) are considered as forest forming species of Bazoisky forest area. The age of trees in even- and uneven-aged forest stands varies with its average of 90 to 250 years. Mixed uneven-aged stone pine/spruce forest stands show better vital stability as compared to pure stone pine stands damaged by Siberian moth and only stone pine and spruce contribute to natural reforestation under parent stone pine stand canopy.

The number of young trees total does not exceed 1.5 thousand per hectare. Their vitality is not high enough which makes the initial forest restoration difficult. The most frequent xylotrophic macromycetes are saprotroph *Trichaptum abietinum* and parasitic fungus *Phaeolus schweinitzii*. 22 species of xylophagous beetles were found on coniferous trees which is almost 2 times less in comparison with the stone pine forest stands in south taiga.

The article contains 4 tables, 2 figures, 28 ref.

Key words: biological diversity; coniferous forests; southern border of distribution; West Siberia.

References

1. Isaev AS, Nosova LM, Puzanchenko UG. Biologicheskoe raznoobrazie lesov Rossii [Biodiversity of forests in Russia]. *Biologicheskoe raznoobrazie lesnykh ekosistem* [In: *Biodiversity of forest ecosystems*. Proceedings of the All-Russian meeting (Moscow, November 1995)]. Moscow: International Forest Institute; 1995. p. 3-10. In Russian
2. Lindenmayer DB, Margules CR, Botkin DB. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation Biology*. 2000;14(4):941-950. doi: 10.1046/j.1523-1739.2000.98533.x
3. Newton AC, Kapos V. Biodiversity indicators in natural forest inventories. *Unasylva*. 2002; 53(210):56-64.
4. Noss RF. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*. 1990;4(4):355-364. doi: 10.1111/j.1523-1739.1990.tb00309.x
5. Dallmeier F, Comiskey JA. Forest biodiversity assessment, monitoring, and evaluation for adaptive management. *Forest biodiversity research, monitoring and modeling: Conceptual background and Old World case studies*. Carnforth (UK): Unesco and Parthenon Publ. Group; 1998. Vol. 20. p. 3-16.
6. Bednova OV. Biodiversity of forest ecosystems: why and how to assess it. *Lesnoj Vestnik. Moscow State Forest University Bulletin*. 2003;2:149-155. In Russian
7. Chernenkova TV, Bocharnikov VN. Complex Assessment and Organization of Data in a System of Monitoring Forest Territories. *Lesovedenie*. 2003;1:37-47. In Russian
8. Monitoring biologicheskogo raznoobraziya lesov Rossii: metodologiya i metody [Monitoring of Russian forests biodiversity]. Isaev AS, editor. Moscow: Nauka; 2008. 453 p. In Russian
9. Whitebark pine communities: ecology and restoration. Tomback DF, editor; Arno SF, Keane RE, consulting editors. Washington: Island Press; 2001. 440 p.
10. Dyukarev AG, Pologova NN, Lapshina ED, Berezin AE, Lgotin VA, Muldiyarov EJa. Prirodno-resursnoe rayonirovanie Tomskoy oblasti [Natural-resource zoning of Tomsk Oblast]. *Ekologiya regional'nogo prirodopol'zovaniya* [In: *Ecology of regional nature management*. Reprint 2]. Tomsk: Spectr, IAO SB RAS; 1997. 40 p. In Russian
11. Alekseev YuB, Sedykh VN. Razvitie priposelkovykh kedrovnikov [Development of Siberian stone pine forests near settlements]. *Povyshenie effektivnosti lesnogo khozyaystva v Zapadnoy Sibiri* [In: *Improving the efficiency of forestry in Western Siberia*]. Gabeeva VN, Novosibirsk: Nauka, SB RAS; 1976. p. 133-178. In Russian
12. Chmyr AF, Markova IA, Senov SN. Metodologiya lesovodstvennykh issledovaniy [Silvicultural research methodology: Tutorial]. St. Petersburg: FTU; 2001. 96 p. In Russian
13. Semechkin IV. Struktura i dinamika kedrovnikov Sibiri [Structure and dynamic of Siberian stone pine forests of Siberia]. Novosibirsk: SB RAS; 2002. 253 p. In Russian
14. Alekseev VA. Diagnosis of trees and stands vitality. *Lesovedenie*. 1989;4:51-57. In Russian
15. Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Hamburg, Prague: BFH and Sachsische Zeitung; 1994. 177 p.
16. Ewald J. Ecological background of crown condition, growth and nutritional status of *Picea abies* (L.) Karst. in the Bavarian Alps. *Eur. J. Forest Res.* 2005;1:9-18. doi:10.1007/s10342-004-0051-5
17. Krivets SA, Bisirova EM, Demidko DA. Vitality structure of Siberian stone pine stands in the southeast of Western Siberia. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*. 2008;313:225-231. In Russian
18. Bekh IA. Kedrovniki Yuzhnogo Priob'ya [Siberian stone pine forests of southern Priobye]. Novosibirsk: Nauka, SB RAS; 1974. 212 p. In Russian

19. Korchagin AA. Stroenie rastitel'nykh soobshchestv [Structure of plant communities]. *Polevaya geobotanika – Field geobotany*. Moscow: Nauka RAS; 1976. Vol. V. 320 p. In Russian
20. Bondartsev AS, Singer RA. Rukovodstvo po sboru vysshikh bazidial'nykh gribov dlya nauchnogo ikh izucheniya [Guidance on the collection of higher basidiomycetes for their scientific study. Savich VP, editor. *Trudy Bot. in-ta im. V.L. Komarova. Sporovye rasteniya – Trudy V.L. Komarov Bot. Inst. Spore plants*. Moscow-St. Petersburg: Academy of Sciences USSR; 1950. p. 449-572. In Russian
21. Kataev OA, Popovichev BG. Lesopatologicheskie obsledovaniya dlya izucheniya stvolovykh vreditel'ey v khvoynykh drevostoyakh [The Forest pathology examination for studying stem pests in coniferous stands: Tutorial]. St. Petersburg: FTU; 2001. 72 p. In Russian
22. Krivets SA, Chemodanov AV. Insects-pests of forests of Tomsk oblast. *Entomologicheskie issledovaniya v Sibiri – Entomological studies in Siberia*. Krasnoyarsk: V.N. FI SB RAS; 2005. p. 98-118. In Russian
23. Sedyh VN. Lesoobrazovatel'nyy protsess [The forest formation process]. Novosibirsk: Nauka, SB RAS; 2009. 164 p. In Russian
24. Beh IA, Vorobyev VN. Problemy kedra [Problems of Siberian stone pine]. *Potentsial'nye kedrovniki* [In: *Potencial Siberian stone pine forests*]. Vol. 6. Vorobyev VN, editor. Novosibirsk: Nauka SB RAS; 1998. 123 p. In Russian
25. Bisirova EM, Agafonova NN. Xylotrophic fungi of stone pine forests near settlements of Tomsk oblast and their quantity characteristics. *Bolezni i vrediteli v lesakh Rossii: XXI vek. Materialy Vserossiyskoy konferentsii i V ezhegodnykh Chteniy pamyati O.A. Kataeva* [In: *Diseases and pests in forests of Russia: XXI century*. Proceedings of the Russian Conference and V Annual O.A. Kataev memory readings]. Krasnoyarsk: FI SB RAS; 2011. p. 70-72. In Russian
26. Krivolutskaya GO. Skrytostvolovye vrediteli v temnokhvoynykh lesakh Zapadnoy Sibiri, povrezhdennykh sibirskim shelkopryadom [Stem pests in the dark forests of Western Siberia, damaged by Siberian moth]. Leningrad: Nauka RAS; 1965. 129 p. In Russian
27. Krivets SA, Vysotina SV. Ecological and faunistic review of the coleopterous (Insecta, Coleoptera) dendrophagans of the Priketye conifer forests (Tomsk oblast). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya – Tomsk State University Journal of Biology*. 2011;3(15):111-125. In Russian
28. Maslov AD. Metodicheskie rekomendatsii po nadzoru, uchetu i prognozu massovykh razmnzheniy stvolovykh vreditel'ey i sanitarnogo sostoyaniya lesov [Guidelines for management, accounting and forecasting of stem pests outbreaks and forest health]. Pushkin: VNIILM; 2006. 108 p. In Russian

Received 14 February 2013;

Revised 24 January 2014;

Accepted 15 February 2014 z.