

## Сообщения

Посвящается 50-летию Совместной Советско (ныне Российско)-Монгольской комплексной биологической экспедиции АН СССР (ныне РАН) и АН Монголии

## ДИНАМИКА ЛИСТВЕННИЧНЫХ ЛЕСОВ ВОСТОЧНОГО ХЭНТЭЯ (МОНГОЛИЯ)

© 2019 г. Н. Н. Слемнев<sup>1,\*</sup>, В. Т. Ярмишко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН  
197376 Россия, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 2

\*e-mail: nnslemnev@mail.ru

Поступила в редакцию 26.11.2018 г.

После доработки 10.02.2019 г.

Принята к публикации 12.02.2019 г.

В ходе многолетнего комплексного исследования экосистем Монголии (1970–2018 гг.) в программах Совместной Советско (ныне Российско)-Монгольской биологической экспедиции в ряду насущных проблем важной была также и проблема мониторинга жизненного состояния и динамики лесов страны, доминанты которых произрастают на южно-высотной экстремальной границе своих ареалов. Учитывая масштабное многообразие типов леса в высотно-поясных комплексах, только в сравнительном плане можно понять разнообразие их фитоценологических свойств. В настоящем сообщении рассмотрены главным образом три аспекта роста и развития лесов Восточного Хэнтэя. Первый из них касается разновозрастных перестойных лиственничных древостоев. Они нарушены бессистемными рубками и многократными пожарами. Индикатором антропогенного вмешательства является резкое увеличение годичного прироста древесины ствола после пожара или выборочной рубки. Выявлено также, что в динамике среднего прироста деревьев в древостое разница между минимальными и максимальными значениями показателя отражает остроту конкурентных отношений и богатство водноминеральных ресурсов в фитоценозах. Второй аспект связан с отсутствием или малым количеством подроста под пологом коренных древостоев, что ставит под сомнение возможность сохранения подвижно равновесного состояния древостоев или нейтрального баланса энергомассообмена. Причиной тому являются частые пожары. Однако, наряду с этим, в напочвенном покрове практически всех древесных насаждений отмечено массовое возобновление лиственницы в количестве от 3,6 до 90 тыс. особей на гектаре в возрасте от 2 до 12 лет. Третий аспект касается направленности сукцессионных процессов на вырубках. Они развиваются по европейско-западносибирскому сценарию, то есть со сменой коренных лиственничников на серии производных чистых или смешанных с лиственницей сибирской березовых насаждений. Причиной подобного вектора развития лесных угодий также являются частые пожары и способность березы плосколистной *Betula platyphylla* к вегетативному размножению в любом возрасте. На крупных вырубках площадью более 1 га после частых пожаров нередко развиваются богаторазнотравные луговостепные сообщества. В задернованной среде обитания в условиях острой конкуренции между многочисленными видами мала вероятность укоренения всходов лиственницы, тем более на значительном удалении от стен леса.

**Ключевые слова:** коренные перестойные лиственничные леса, производные березняки, горные луговые степи, сукцессии, рубки, гари, возобновление, подрост, годичный радиальный прирост древесины ствола *Larix sibirica*, Восточный Хэнтэй, Монголия

**DOI:** 10.1134/S0006813619030086

Важную роль в поддержании экологического баланса на территории Монголии, а также на водосборных площадях Северного Ледовитого и Тихого океанов играют горные травяные, кустарниковые и лесные экосистемы страны. Наряду с другими регионами Северной Евразии, с лесных угодий, пойменных, долинных и склоновых подвесных болот нагорий Хангая и Хэнтэя мировые океаны пополняются пресными водами. Яркой иллюстрацией этого является оз. Байкал. Однако к настоящему времени при отсутствии периодического лесоустройства объективно охарактеризовать общее состояние лесов Монголии, и тем более их динамику, не представляется возможным. Тем не менее, проблемы связанные с глобальными и локальными изменениями климата и ростом в последние десятилетия антропогенного воздействия на биотические и абиотические компоненты экосистем, требуют решения конкретных задач, независимо от того, имеют эти процессы циклический или иного временного масштаба характер. В этом плане мониторинг, как перманентную систему наблюдений, следует воспринимать как основу для выявления направленности и прогнозирования дальнейшего развития экосистем (Gerasimov, 1975; Vinogradov, 1984). Примером тому могут служить материалы многолетних исследований и детальный анализ динамики лиственных лесов и сообществ на лесных местообитаниях Центрального Хангая (Slemnev et al., 2017). При разработке схемы районирования лесов Монголии И.А. Коротков подчеркивал, что провинции Хангайской лесорастительной области характеризуются аридным спектром высотно-поясных комплексов типов леса в отличие от умеренно влажных типов в Южно-Забайкальской области, к которой в ранге провинции отнесены леса Хэнтэя. Кроме того, в центральной части этой горной системы облесены склоны всех экспозиций, тогда как главная черта Хангайского нагорья — безлесье южных склонов (Korotkov, 1976). В настоящем сообщении в рамках исследования разнообразия лесов Монголии приведены материалы комплексного анализа роста и развития лесных экосистем Восточного Хэнтэя.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА

В Восточном Хэнтэе исследования проводили на 15 постоянных пробных площадях, заложенных в 2008 году. Они представляют сукцессионный ряд сообществ на лесных местообитаниях: коренные перестойные лиственные насаждения, короткопроизводный березняк, чистые и смешанные молодняки лиственницы сибирской *Larix sibirica* и березы плосколистной *Betula platyphylla* на вырубках и гарях и варианты необлесившихся вырубков (табл. 1). На пробных площадях в ходе таксации у деревьев и подроста измеряли диаметр на высоте груди. Каждое дерево в зависимости от жизненного состояния кроны, высоты огневых ран по трещинам коры и степени ожогов корневых лап относили к одной из 4-х категорий — здоровое, ослабленное, сильно ослабленное, сухое (Yarmishko et al., 2008). Подобная классификация имеет неопределимое значение для определения направленности развития лесных экосистем при отсутствии материалов таксационных описаний в предыдущие годы<sup>1</sup>. Высоту взрослых деревьев определяли эклиметром у 15–20 особей, а высоту подростка — нивелирной рейкой. У 5–11 деревьев разных категорий буравом Пресслера брали керны диаметром 5 мм на высоте 1.3 м от корневой шейки. В ходе камеральной обработки высоту каждого дерева рассчитывали по уравнению связи показателя с диаметром ствола на каждой пробной площади, а объем ствола (живых и сухих деревьев на корню и валежа), а также надземную фитомассу — по уравнениям их зависимости от диаметра и высоты

<sup>1</sup> На самом деле, в лесах Восточного Хэнтэя с 1981 г. и в последующие годы проводилось комплексное изучение динамики фитоценозов, режимов среды обитания, водоохраных и почвозащитных свойств лесов в связи с пожарами и вариантами рубок (The forests ..., 1988; Krasnoshchekov et al., 2014). Однако опытные пробные площади не были закреплены столбами и не отмечены координатами. Поэтому, в связи с мозаичностью лесорастительных условий и строения древесных насаждений в горах, таксационные материалы прошлых лет практически невозможно использовать для мониторинговых обобщений.

(табл. 2). Фитомассу осины *Populus tremula* и ивы *Salix sp.* рассчитывали по средней модельной особи на каждом участке. Измерение ширины годичных колец лиственницы проводилось с использованием стереоскопического микроскопа МБС–10 и полуавтоматической установки LINTAB-6 (Германия) с точностью 0.01 мм. Объемный прирост древесины ствола древостоев за определенные промежутки времени определяли по средним значениям ширины годичных колец серии модельных деревьев. Для сравнительного анализа динамики годичного прироста деревьев разного возраста и местобитаний дендрохронограммы были нормированы по средним значениям прироста за временные периоды с 1959 по 1983 и с 1984 по 2008 гг.

### КОРЕННЫЕ ПЕРЕСТОЙНЫЕ ЛИСТВЕННИЧНЫЕ ЛЕСА

Из обследованных перестойных лиственничных лесов к категории коренных девственных относится лиственничник рододендровый овсяницево-землянично-разнотравный из урочища Зуун Бурхийн гол (табл. 1, ПП-6 ЗБ). При отсутствии архивных таксационных материалов направленность развития древостоев можно оценивать по их строению, динамике годичного прироста древесины ствола и жизненному состоянию каждого дерева на пробной площади. Насаждение расположено в верхней части крутого склона (ССВ, 20°) и представлено тремя возрастными генерациями (120–150, 200–250 и более 300 лет) с диаметром деревьев на высоте груди от 8 до 54 см. Однако, судя по форме распределения деревьев по классам диаметра, в древостое преобладают особи первого взрослого поколения (рис. 1 а, табл. 3, 4). Подрост в возрасте от 30 до 80 лет, от частых пожаров<sup>2</sup> сгорел практически полностью, о чем свидетельствуют мелкие размеры среднего диаметра сухостоя – 7.5 и валежа – 6.8 см. Тем не менее, на участке зарегистрировано массовое возобновление лиственницы в количестве более 15 тыс. экз./га, в возрасте от 1 до 5 лет и высотой до 9 см. Очевидно, возобновление произошло после тотального пожара 2002 г., который практически уничтожил горный массив Тарбагатай в Центральном Хангае (Slemnev, 2017). Таким образом, следует подчеркнуть, что в варианте исследованного лиственничника разница в возрасте между самой молодой взрослой генерацией (120–150 лет) и возобновлением составляет более 100 лет (табл. 4). Жизненное состояние сухостоя следует признать неудовлетворительным. Здоровые деревья составляют 36% особей, а четверть их общего числа на пробной площади отнесена к категории сильно ослабленных. Взрослый подрост отсутствует.

Особый интерес представляет перестойный бруснично-овсяницевоый лиственничник в урочище Мухар Гутай (табл. 1, ПП-13 МГ). Он занимает нижнюю часть пологого склона перед крутым косогором. Древостой характеризуется самым большим общим объемом стволовой древесины – более 500 м<sup>3</sup>/га живых и сухих особей взрослых деревьев на корню (табл. 3). Данный лиственничник также можно было бы отнести к категории коренных девственных, если бы не одно важное обстоятельство. В ряду распределения деревьев по ступеням толщины отсутствуют особи с диаметром ствола на высоте груди 28 и 32 см (рис. 1 б). Подобный разрыв, только в рядах распределения количества деревьев по классам возраста, представил И.В. Семечкин в лесах Центрального Хангая (The forests ..., 1983). Однако причины подобного отклонения от нормального распределения конкретно не обсуждались. На самом деле в Монголии классическое нормальное распределение в разновозрастных древостоях возможно только при условии регулярного циклично-периодического семенного возобновления и станов-

<sup>2</sup> По статистическим данным, в Монголии самые катастрофические тотальные пожары отмечены в 1996–1998 и в 2002 гг. (Dorjsuren, 2009). Однако, судя по динамике годичного прироста древесины ствола 124-летнего дерева, локальные пожары могли способствовать гибели подроста начиная с конца 60-х годов прошлого века с периодом в 10 лет (рис. 2 а, б).

**Таблица 1.** Общая характеристика лесных сообществ Восточного Хэнтэя.  
**Table 1.** General characteristic of forest communities in East Khentii

Урочище, сообщество/ Tract name, community	Индекс сообщества /Размер ПП, м <sup>2</sup> / Symbol of community/SP (sample plot) area, m <sup>2</sup>	Координаты/Coordinates	Высота над ур. морья, м/ Altitude a. s. l., m	Экспозиция (крутизна склона, град.)/ Slope aspect (slope inclination, degrees)
<i>Ур. Дундхориуд/Tract Dundhoriud</i>				
Лиственничник злаково-богаторазнотравный, <i>выборочная рубка 1980 г. – 25% запаса</i> /Grassy-rich-forbs larch forest, <i>selective felling of 1980 – 25% of the stock</i>	ПП-1 Д 2000	N 48°26'135 E 108°50'840	1541	NNW (12)
<i>Ур. Тэрэлж/Tract Tarelzh</i>				
Березняк осоково-овсяницево-разнотравный/Sedge-fescue-forbs birch forest	ПП-1 Т 900	N 48°20'592 E 108°35'331	1544	NNE (2)
Лиственничник овсяницево-разнотравный/Fescue-forbs larch forest	ПП-2 Т 500	N 48°20'566 E 108°35'278	1548	NNE (2)
Лиственничный молодняк осоково-разнотравный /Sedge-forbs young larch growth	ПП-3 Т 2000	N 48°20'276 E 108°35'124	1584	E (5)
<i>Ур. Ужуун/Tract Uzhuun</i>				
Порослевой березняк злаково-осоково-разнотравный /Sprouting grass-sedge-forbs birch forest	ПП-4 У 100	N 48°20'260 E 108°26'214	1722	N (8–10)
Порослевой березняк осоково-земляничный /Sprouting sedge-strawberry birch forest	ПП-4 Уа 400	N 48°20'232 E 108°26'324	1688	N (8–10)
<i>Ур. Зуун Бурхийн/Tract Zoon Burkhiin</i>				
Лиственничник рододендровый овсяницево-землянично-разнотравный/Fescue-strawberry-forbs larch forest with <i>Rhododendron dahuricum</i>	ПП-6 ЗБ 1225	N 48°17'922 E 108°25'404	1566	NNE (20)
Луговостепное злаково-осоково-разнотравное, <i>вырубка 1982 г.</i> /Meadow steppe sedge-forbs, <i>clear cutting 1982</i>	ПП-7 ЗБ 10000	N 48°16'680 E 108°27'045	1547	NNE (2–3)
Порослевое березово-осиновое василистниково-землянично-разнотравное /Sprouting birch-aspen meadow-rue-strawberry-forbs	ПП-7 ЗБа 100	N 48°16'676 E 108°27'046	1553	NNE (5–6)
<i>Ур. Баруун Бурх/Tract Barouin Burkhiin</i>				
Березово-лиственничный молодняк овсяницево-разнотравный/Birch-larch fescue-forbs young growth	ПП-8 ББ 625	N 48°11'898 E 108°23'480	1526	NNE (4–5)

Урочище, сообщество/ Tract name, community	Индекс сообщества /Размер ПП, м <sup>2</sup> / Symbol of community/SP (sample plot) area, m <sup>2</sup>	Координаты/Coordinates	Высота над ур. морья, м/ Altitude a. s. l., m	Экспозиция (крутизна склона, град.)/ Slope aspect (slope inclination, degrees)
<i>Ур. Мухар Гутай/Tract Muhar Gutai</i>				
Березово-лиственничный молодняк злаково-кипрейно-разнотравно-спирейный/Birch young growth grass-kipreyno-forbs with <i>Spiraea media</i>	ПП-9 МГ 2500	N 48°01'658 E 108°41'091	1713	NNE (10–12)
Лиственничный молодняк овсяницево-осоково-разнотравный/Birch-larch fescue-sedge-forbs young growth	ПП-10 МГ 600	N 48°01'861 E 108°46'067	1892	NW (2)
Лиственничник злаково-кипрейно-землянично-спирейный/grass-willow-herb-strawberry larch forest with <i>Spiraea media</i>	ПП-11 МГ 2000	N 48°02'171 E 108°46'336	1893	NW (2–14)
Вырубка осоково-злаково-разнотравная с недорубом, 1976 г./Undercut grass-sedge-forbs, 1976	ПП-12 МГ 800	N 48°01'870 E 108°46'336	1890	NW (2)
Лиственничник бруснично-овсяницевоый/cowberry-fescue larch forest	ПП-13 МГ 800	N 48°01'858 E 108°44'526	1726	NNE (4)

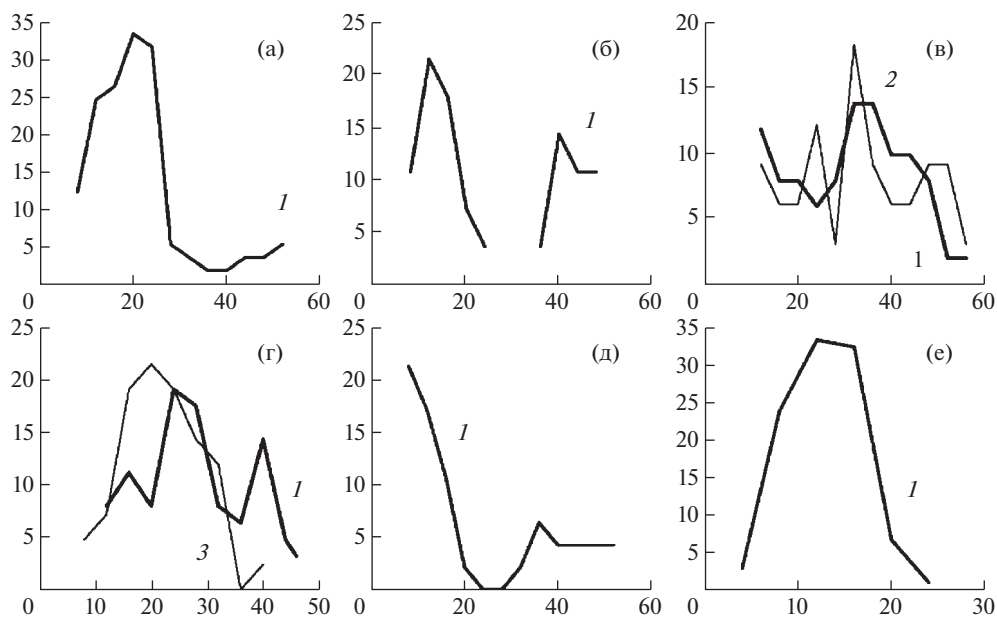
**Таблица 2.** Уравнения зависимости объема ствола и сухой надземной фитомассы деревьев *Larix sibirica* и *Betula platyphylla* от таксационных характеристик.

**Table 2.** Equations of dependence of stem volume and dry overground phytomass of *Larix sibirica* and *Betula platyphylla* trees on taxation data

Показатели Characteristics	Уравнения Equations	Авторы References
<i>Larix sibirica</i>		
Объем ствола, м <sup>3</sup> ; D > 0.1 м D < 0.1 м Volume of stem, m <sup>3</sup> ; D > 0.1 m D < 0.1 m	$V = 0.22907D^{1.7563}H^{1.0453}$ $V = 0.66246D^{1.9811}H^{0.7989}$	The forests..., 1980 Dorjsuren et al., 2012
Масса дерева, кг; D > 10 см D < 10 см Weight of tree, kg; D > 10 cm D < 10 cm	$M = 0.121D^{2.27}$ $M = 0.0601DH^{1.2596}$	Chulunbaatar, 2005 Slemnev et al., 2015
Масса ствола, кг; D > 10 см D < 10 см Weight of stem, kg; D > 10 cm D < 10 cm	$M = 0.057D^{2.37}$ $M = 0.0499DH^{1.251}$	Chulunbaatar, 2005 Slemnev et al., 2015
<i>Betula platyphylla</i>		
Объем ствола, м <sup>3</sup> Volume of stem, m <sup>3</sup>	$V = 0.229D^{1.756}H^{1.045}$	The forests ..., 1980
Масса дерева, кг; D > 10 см D < 10 см Weight of tree, kg; D > 10 cm D < 10 cm	$M = 0.124D^{2.38}$ $M = 0.1727DH^{1.2104}$	Chulunbaatar, 2005 Slemnev et al., 2015
Масса ствола, кг; D > 10 см D < 10 см Weight of stem, kg; D > 10 cm D < 10 cm	$M = 0.046D^{2.62}$ $M = 0.0897DH^{1.231}$	Chulunbaatar, 2005 Slemnev et al., 2015

Примечание. D, D – диаметр ствола на высоте груди, м, см; H – высота дерева, м; V – объем ствола, м<sup>3</sup>; M – надземная фитомасса, кг.

Note: D, D – stem diameter at breast height, m, cm; H – height of tree, m; V – volume of stem, m<sup>3</sup>; M – overground phytomass, kg.



**Рис. 1.** Распределение деревьев *Larix sibirica* и *Betula platyphylla* по ступеням толщины в лесных сообществах Восточного Хэнтяя.

Лиственничные древостои: а – ПП-6 ЗБ, б – ПП-13 МГ, в – ПП-11 МГ, г – ПП-1 Д, д – ПП-2 Т; березовый древостой: е – ПП-1 Т. 1 – живые деревья, 2 – сухостой, 3 – вырубленные деревья. По осям абсцисс – диаметр ствола на высоте 1.3 м, см; по осям ординат – численность, % от общего количества особей на пробной площади.

**Fig. 1.** Distribution of *Larix sibirica* and *Betula platyphylla* trees in thickness steps in the forest communities of East Khentii.

Larch stands: а – ПП-6 ЗБ, б – ПП-13 МГ, в – ПП-11 МГ, г – ПП-1 Д, д – ПП-2 Т; birch stand: е – ПП-1 Т. 1 – living trees, 2 – dead standing trees, 3 – cut down trees. X-axis – stem diameter at the height of 1.3 m, cm; Y-axis – number, % of the total number of individuals on the sample plot.

ления подроста, которые, в свою очередь, определяются климатическими факторами. Эти факторы могут быть оптимальными для возобновления и стрессовыми или катастрофическими для развития подроста в случае длительной засухи или пожаров. Для бруснично-овсяницевого лиственничника разрыв в распределении можно объяснить двумя причинами. Первая из них – это возможный вариант гибели более ста лет тому назад жерднякового подроста условно одновозрастной популяции в результате пожара. Второй вариант – это выборочная рубка в 1964 г., когда в Монголии начали вырубать леса в промышленном масштабе. Подтверждением этому может быть более чем 25-кратное увеличение годового прироста стволовой древесины у 128-летнего дерева через 10–12 лет после рубки и возможного пожара в 1970 г. (рис. 2 б). Подавляющая часть подроста в насаждении погибла в результате пожаров. Единичные его остатки (125 экз./га) также пострадали от пожаров и сильно ослаблены (табл. 3). Возобновление в возрасте 5–12 лет, высотой 10–13 см составляет 3600 экз./га.

Лиственничная редина в этом же урочище с полнотой 0.3–0.4 в стадии полного распада представляет злаково-кипрейно-землянично-спирейный тип леса (табл. 1, ПП-11 МГ). Участок расположен на разноуровневой местности: верхняя половина пробной площади имеет угол наклона 2°, нижняя половина – 14°. Высокопроизводительный древостой неоднократно горел (визуально по спилу до 7 пожаров за 300 лет),

**Таблица 3.** Таксационные показатели девственных перестойных лиственничных насаждений Восточного Хэнтэя.**Table 3.** Taxation characteristics of virgin overmatured larch forests of the East Khentii

Показатели/ Characteristics	Пробные площади/Sample plots				
	ПП-6 ЗБ	ПП-13 МЛ	ПП-11 МЛ	ПП-1 Д	ПП-2 Т
Древостой: живые деревья / Stand: living trees					
Количество, экз./га/Number, stems/ha	720	700	260	310	720
в том числе: здоровые/including: healthy	260	510	35	205	400
ослабленные/weakened	280	105	75	85	260
сильно ослабленные/greatly weakened	180	85	150	20	60
Средний диаметр, см/Mean diameter, cm	21.1	25.8	31.3	27.2	21.8
Средняя высота, м/Mean height, m	17.3	17.6	20.3	18.1	16.5
Сумма площадей сечения, м <sup>2</sup> /га/Density, m <sup>2</sup> /ha	31	48	23	21	39
Запас древесины, м <sup>3</sup> /га/Stock of wood, m <sup>3</sup> /ha	285	486	236	196	391
Сухостой / Dead standing trees					
Количество, экз./га/Number, stems/ha	330	125	165	40	–
Средний диаметр, см/Mean diameter, cm	7.5	14.8	33.9	11.3	–
Запас древесины, м <sup>3</sup> /га/Stock of wood, m <sup>3</sup> /ha	10.4	21	185	2.1	–
Подрост: живые деревья / Undergrowth: living trees					
Количество, экз./га/Number, stems/ha	–	125	110	500	1220
в том числе: здоровые/including: healthy	–	–	55	270	160
ослабленные/weakened	–	40	20	150	400
сильно ослабленные/greatly weakened	–	85	35	80	660
Средний диаметр, см/Mean diameter, cm	–	5.8	4.5	3.9	5.6
Средняя высота, м/Mean height, m	–	6.7	5.9	4.3	8.4
Запас древесины, м <sup>3</sup> /га/Stock of wood, m <sup>3</sup> /ha	–	1.5	1.3	2.1	20.8
Сухостой / Dead standing trees					
Количество, экз./га/Number, stems/ha	–	400	60	–	5400
Средний диаметр, см/Mean diameter, cm	–	4.7	2.9	–	2.1
Запас древесины, м <sup>3</sup> /га/Stock of wood, m <sup>3</sup> /ha	–	2.2	0.2	–	10
Валеж / Fallen trees					
Количество, экз./га/Number, stems/ha	700	–	–	–	1280
Средний диаметр, см/Mean diameter, cm	6.8	–	–	–	2.9
Запас древесины, м <sup>3</sup> /га/Stock of wood, m <sup>3</sup> /ha	20	–	–	–	18
Пни / Tree stumps					
Количество, экз./га/Number, stems/ha	–	–	–	200	120
Средний диаметр, см/Mean diameter, cm	–	–	–	28	29

один из них очень сильный (скорее всего, горели деревья не менее двух поколений) – у многих деревьев огневые язвы по морозобойным трещинам до 1.3 высоты. В результате в древостое насчитывается 38% сухих деревьев на корню, средний диаметр которых больше, чем у живых деревьев, из которых более половины отнесены к категории сильно ослабленных (табл. 3, рис. 1 з). Подрост немногочисленный, состояние его менее чем удовлетворительное. Следует подчеркнуть, что вместе с отмирающим древо-

**Таблица 4.** Радиальный прирост древесины ствола деревьев лиственницы сибирской в разные временные периоды в древостоях Восточного Хэнтэя.

**Table 4.** The radial increment of stem wood Siberian larch trees for different periods in the stands of the East Khentii

Индекс пробной площади Sample plot	Возраст дерева, лет Tree age, years	D ствола без коры, см D of barked stem, cm	Средний прирост за период, мм/год Average radial increment, mm/year			
			0–2008	1959–1983	1984–2008	1959–2008
Лиственничники перестойные / Overmatured larch forests						
ПП-6 ЗБ	79	8.6	0.55	0.32	0.75	0.54
	121	18.2	0.75	0.71	0.60	0.66
	124	19	0.77	0.92	0.80	0.86
	128	8.8	0.35	0.33	0.29	0.31
	132	19.7	0.75	0.65	0.74	0.70
	141	19.2	0.68	0.40	0.38	0.39
	142	20.9	0.74	0.33	0.87	0.60
	213	16	0.38	0.41	0.33	0.37
ПП-13 МГ	63	7.0	0.56	0.48	0.64	0.56
	86	5.6	0.32	0.33	0.33	0.33
	97	12.6	0.65	0.54	0.47	0.50
	120	20.5	0.86	1.15	0.67	0.91
	128	16.5	0.65	0.88	0.89	0.89
	300	39.9	0.67	0.37	0.26	0.32
ПП-11 МГ	305	36.1	0.59	0.35	0.25	0.30
	36	7.4	1.02	0.95 (11)	1.05	1.02
	38	7.9	1.04	0.84 (13)	1.15	1.04
	43	3.7	0.44	0.87 (18)	1.00	0.44
	43	8.1	0.94	0.29 (18)	0.54	0.94
	144	15.0	0.52	0.47	0.56	0.52
	195	27.2	0.70	0.24	0.45	0.34
	204	39.8	0.98	0.48	0.50	0.49
	204	40.4	0.99	0.85	0.85	0.85
	271	15.9	0.29	0.32	0.28	0.30
ПП-1 Д	66	22.7	1.72	1.70	1.76	1.73
	69	11.2	0.79	0.35	1.54	0.94
	87	13.5	0.77	0.99	0.47	0.73
	98	22.7	1.16	1.13	1.26	1.20
	109	14.1	0.64	0.62	1.14	0.88
	118	17.3	0.74	1.00	0.55	0.78
	123	29.4	1.20	1.76	0.91	1.34
	134	19.3	0.71	0.71	0.95	0.83
	186	22.8	0.61	0.69	1.72	1.20
	193	26.9	0.70	0.83	1.01	0.92
	197	40.0	1.02	1.75	1.10	1.42
	199	27.6	0.69	0.70	0.90	0.80



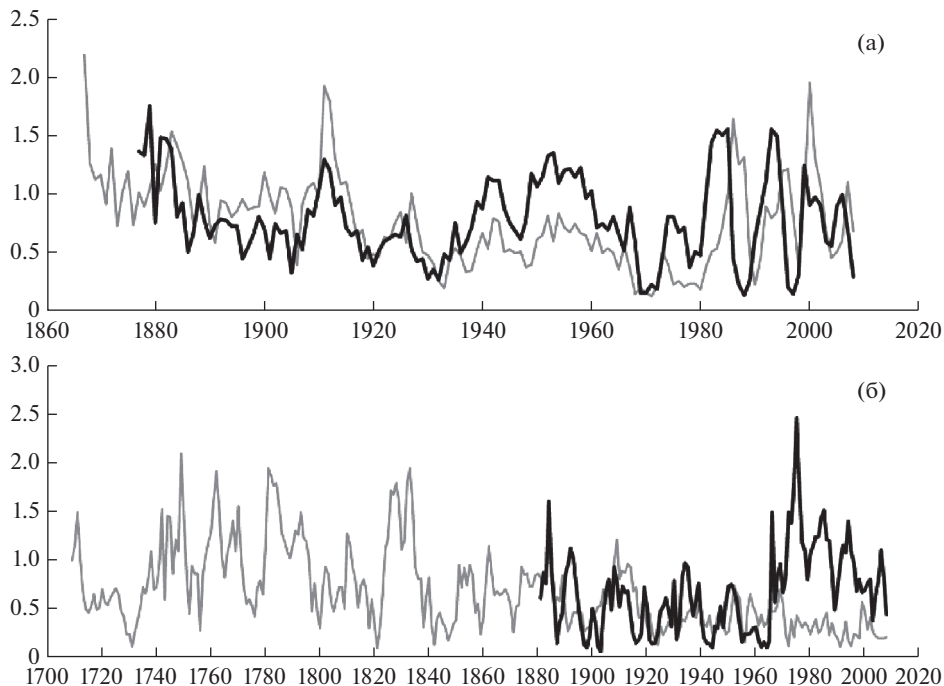
Таблица 4. Окончание

Индекс пробной площади Sample plot	Возраст дерева, лет Tree age, years	D ствола без коры, см D of barked stem, cm	Средний прирост за период, мм/год Average radial increment, mm/year			
			0–2008	1959–1983	1984–2008	1959–2008
ПП-2 Т	54	6.6	0.62	0.74	0.20	0.47
	59	9.5	0.80	0.62	0.68	0.65
	65	13.1	1.00	0.94	0.62	0.78
	171	29.9	0.87	0.89	0.59	0.74
	185	38.8	1.05	0.67	0.33	0.50
	193	27.1	0.70	0.68	0.61	0.65
Лиственничные молодняки / Larch young growth						
ПП-10 МГ	27	4.5	0.84	2.14 (2)	0.73	0.84
	28	4.0	0.71	0.56 (3)	0.73	0.71
	31	3.8	0.61	1.07 (6)	0.50	0.61
	33	4.0	0.60	1.08 (8)	0.51	0.60
	39	5.3	0.68	1.05 (14)	0.48	0.68
	44	11.6	1.32	1.81 (19)	0.95	1.32
	45	11.2	1.25	1.74 (20)	0.85	1.25
	49	14.8	1.51	1.99 (24)	1.04	1.51
	52	10.8	1.04	1.46	0.63	1.05
	54	16.8	1.55	1.84	1.10	1.47
	192	34.2	0.89	0.92	0.84	0.88
ПП-3 Т	202	46.8	1.17	0.85	0.72	0.78
	31	10.5	1.70	2.26 (6)	1.56	1.70
	34	15.9	2.34	3.72 (9)	1.84	2.34
	36	14.0	1.94	2.81 (11)	1.56	1.94
	38	16.9	2.23	3.68 (13)	1.47	2.23
	39	12.4	1.59	2.70 (14)	0.97	1.59
	39	21.3	2.73	4.38 (14)	1.81	2.73
	41	15.0	1.83	2.71 (16)	1.27	1.83
	46	16.5	1.79	2.56 (21)	1.15	1.79
	46	22.8	2.48	3.24 (21)	1.83	2.48
47	23.1	2.45	3.14 (22)	1.84	2.45	

Примечание. Расшифровка индексов пробных площадей – в табл. 1. 0–2008 – средний прирост за жизнь дерева. В круглых скобках – число лет в 25-летнем периоде, за которые рассчитаны средние величины.  
Note: For the symbols of the sample plots see Table 1; 0–2008 – the average increment through the tree lifetime; figures in parentheses – the number of years within the 25-year period for which the average values are calculated.

соем в сообществе обитает возобновление лиственницы сибирской в количестве 17500 экз./га в возрасте от 1 до 7 лет высотой от 3 до 15 см.

В ряду древостоев, которые по возрасту относятся к девственным перестойным, лиственничник злаково-богаторазнотравный представляет вариант выборки из состава древостоя в 1980 г., судя по количеству пней, около трети числа деревьев (табл. 1, 3, ПП-1 Д). Участок занимает довольно крутой левый борт поймы ручья Дундхориуд в верховьях р. Керулен. В благоприятном режиме увлажнения после интенсивной рубки



**Рис. 2.** Динамика годичного радиального прироста древесины ствола деревьев лиственницы сибирской в лесных сообществах Восточного Хэнтэя.

*a* – деревья 142 и 132 лет на ПП-6 ЗБ, *б* – деревья 300 и 128 лет на ПП-13 МГ. По осям абсцисс – годы; по осям ординат – ширина годичного кольца, мм.

**Fig.2.** Dynamics of annual radial growth of larch tree in the forest communities of East Khentii.

*a* – trees 142 and 132 years old on ПП-6 ЗБ, *б* – trees 300 and 128 years old at ПП-13 МГ. X-axis – years; Y-axis – width of the annual ring, mm.

под пологом леса хорошо развиты кустарники подлеска (*Rhododendron dauricum* по, *Spiraea media*, *Rosa acicularis*). В напочвенном покрове *Calamagrostis obtusata*, *Festuca ovina*, *Poa sibirica*, *Chamerion angustifolium*, *Fragaria orientalis*, *Lathyrus humilis*, *Vicia cracca*, *Artemisia tanacetifolia*, *Viola uniflora* и др. Проективное покрытие – более 50%, их них 10% приходится на злаки. Немногочисленный подрост представлен двумя видами деревьев: лиственницей – 500 и осиной *Populus tremula* – 625 экз./га. Всходов лиственницы 90 тыс. экз./га. Все стволы деревьев подкопчены до высоты 3–6 м. Практически все деревья старше 300 лет повреждены сердцевинной гнилью.

Выборка значительного числа деревьев, среди которых преобладали особи с диаметром ствола от 20 до 42 см (70%, рис. 1 д)<sup>3</sup>, вызвала интенсивное увеличение годичного прироста древесины ствола у большинства оставшихся деревьев разного возраста. У некоторых из них за период с 1984 по 2008 гг. в сравнении с предыдущим периодом (1959–1983 гг.) прирост увеличился в 1.3 (134, 199 лет), 1.8 (109 лет), 2.5 (186 лет) и

<sup>3</sup> Реконструкция таксационных характеристик вырубленной части древостоя проведена с использованием уравнения:  $y = 1.074 x^{0.912}$  (построенного по полевым измерениям на участке ПП-1 Д), где: *y* – диаметр дерева на высоте 1.3 м; *x* – диаметр комля (пня) на высоте 0.3 м. Согласно расчетам, в процессе рубки было выбрано 69 м<sup>3</sup>/га стволовой древесины, что составило около половины оставшегося запаса на корню в 1980 г. (148 м<sup>3</sup>/га) или 32% общего запаса древесины на это время.

даже в 4.4 (69 лет) раза (табл. 4). У деревьев, у которых в конкурентной среде прирост резко снизился за сравнимые периоды (87, 118, 123, 197 лет), следует обратить внимание на большую величину показателя в 1959–1983 гг. в сравнении таковым за годы жизни дерева. По-видимому, в этот период в конкурентной борьбе преимущественно обладали эти деревья.

Подтаежный лиственничник овсяницево-разнотравный (табл. 1, ПП-2 Т) ранее входил в состав смешанного насаждения с формулой 6Лц4Б. В 1983 г. была произведена выборочная рубка березы семенного происхождения – 60% особей. К настоящему времени популяция *Betula platyphylla* состоит из 160 деревьев на гектаре, средний диаметр которых равен 12.8 см. В подросте единично (60 экз./га) встречается осина. Основной древостой сформирован двумя поколениями лиственницы (170–200 и 250–300 лет) и подростом в возрасте от 30 до 80 лет. Древостой сильно расстроен самовольной приисковой вырубкой 120 экз./га деревьев, из которых 40 особей имели диаметр от 38 до 45 см. Кроме того, в составе тонкомерного валежа зарегистрировано 40 экз./га стволов с диаметром 34 см. В результате распределение деревьев по ступеням толщины приобрело двухвершинную форму (рис. 1 д). Тем не менее, по запасу стволовой древесины древостой можно отнести к разряду высокопроизводительных (табл. 3). В перспективе развитие овсяницево-разнотравного лиственничника вполне предсказуемо. Из достаточно большого количества живого подроста почти половина его жизнеспособна для формирования очередного по возрасту элемента леса. Причинами массовой гибели подроста могут быть как частые пожары в этом регионе, так и острейшая конкурентная борьба за ресурсы среды среди огромного количества деревьев (исходно – 7900 экз./га сухостоя, валежа и живых особей) в стадии жердняка. Последнее предположение подтверждается направленностью динамики годичного прироста древесины ствола у деревьев разного возраста. Как правило, после пожара на дендрохронограммах появляется резкое увеличение прироста на протяжении ряда лет. В динамике прироста деревьев разного возраста подобный всплеск за последние годы не отмечен. Напротив, практически у всех деревьев наблюдается снижение прироста за последние 25 лет в сравнении с предыдущей четвертью века (табл. 4). Очевидно, что конкурентный фактор в динамике прироста маскирует воздействие пожара, признаком которого является вывал тонкомера. При отсутствии огня сухостой может оставаться на корню многие десятки лет.

Под пологом перестойных лиственничников слабо развит подлесок (средняя высота не более 0.5 м, сомкнутость крон – до 15%) и представлен *Rosa acicularis*, *Spiraea media*, *Rhododendron dahuricum*. Напротив, видовой состав травяного яруса весьма разнообразен и насчитывает до 45–50 видов. В живом напочвенном покрове основу (до 25–30%) составляют лесные виды: *Festuca ovina*, *Carex amgunensis*, *Fragaria orientalis*, *Vicia baicalensis*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Pyrola incarnata*. Наряду с лесными видами в составе эколого-ценотических групп присутствуют опушечные (*Saussurea elongate*, *S. parviflora*, *Trollius asiatica*, *Pleurospermum uralense* и др.) и луговолесные виды (*Anemone crinita*, *Polygonum alopecuroides*, *Vicia cracca* и др.). Все это разнообразие обусловлено низкой сомкнутостью крон деревьев и повторяющимися пожарами. Свидетельством тому является присутствие в напочвенном покрове таких видов как *Chamerion angustifolium*, а также бокальчатых форм лишайников из рода *Cladonia*.

## ЧИСТЫЕ И СМЕШАННЫЕ ЛИСТВЕННИЧНЫЕ МОЛОДНЯКИ

Из предыдущего раздела видно, что в перестойных насаждениях жизненное состояние подроста лиственницы следует признать неудовлетворительным. Как правило, живые особи подроста либо отсутствуют, либо малочисленны, а если много, то больше половины их числа сильно ослаблены. Большая часть одновозрастного подроста во всех перестойных древостоях находится либо в сухом состоянии на корню, либо в

валеже (табл. 3). Основной причиной подобной ситуации являются частые пожары. Однако следует заметить, что в травяно-кустарничковом ярусе лесных сообществ присутствуют всходы и возобновление лиственницы численностью от 4 до 90 тыс. экз./га в возрасте от 1–5 до 7 лет и высотой от 3 до 15 см. Это означает, что условия для возобновления лесообразующей породы под пологом лиственничных древостоев благоприятны и оно, по-видимому, происходит регулярно в соответствии с периодами высокого урожая семян.

В режиме частых пожаров развитие и становление чистых лиственничных молодняков на вырубках и гарях широкого распространения не имеет. Лиственничный молодняк овсяницево-осоково-разнотравный обитает на высокогорном для этого региона плато с небольшим уклоном поверхности на северо-запад (табл. 1, ПП-10 *МГ*). Исходя из возраста спеленных модельных деревьев, массовое возобновление лиственницы произошло 55–60 лет тому назад и неоднократно повторялось в последующие годы (табл. 4). Виталитетная структура древостоя свидетельствует о жесткой конкуренции между деревьями за ресурсы среды на протяжении всего периода становления жердняка – 5650 экз./га сухого тонкомера и 2000 экз./га мелких живых сильно ослабленных особей (табл. 5). Неопровержимым аргументом острой конкуренции является двукратное уменьшение величины годичного прироста древесины ствола за последние 25 лет в сравнении с предыдущими годами у 80% особей. В малой степени процесс затронул материнские деревья (табл. 4). В свою очередь, судя по отсутствию валежа и массового возобновления лиственницы (64 тыс. экз./га) можно предполагать, что на участке не было ни одного, даже беглого пожара.

Осоково-разнотравный чистый лиственничный молодняк (табл. 1, ПП-3 *Т*) представляет сукцессионный вариант заселения лиственницей разнотравно-ковыльной луговой степи, примыкающей к лесной опушке. Участок расположен в нижней части пологого склона восточной экспозиции и занят жердняковым древостоем, состоящим из примерно двух условно разновозрастных поколений – от 30 до 60 лет. Древостой характеризуется высокой скоростью роста и производительностью. Здесь средние значения высоты, диаметра и годичного прироста стволовой древесины соответственно в 1,7, 2,6 и 2 раза больше, чем в овсяницево-осоково-разнотравном молодняке ПП-10 *МГ* (табл. 4, 5). Тем не менее, в динамике годичного прироста древесины модельных особей наблюдается в среднем двукратное снижение величины показателя в 1984–2008 гг., по отношению к средней за жизнь деревьев. Это явление можно объяснить двумя альтернативными причинами – либо дефицитом влаги в почве, либо конкурентным фактором в условиях интенсивного роста деревьев. Первая причина, по-видимому, не состоятельна, поскольку анализ динамики осадков с 1984 по 2004 гг. по данным ближайшей метеостанции “Монгенморь” показал тенденцию к их незначительному увеличению.

Возобновление лиственницы в коротко производном березняке 75–80-летнего возраста произошло после пожара 1976 г (табл. 1, ПП-8 *ББ*). В настоящее время березовый древостой находится на стадии распада. Число сухих деревьев на корню (460 экз./га) в сумме с валежом (540 экз./га) больше численности живых особей (табл. 5). Под пологом ажурного древостоя с полнотой 0,57 успешно развивается здоровая популяция лиственницы в возрасте 32–35 лет. Кроме того, в травяно-кустарничковом ярусе насчитывается около 540 экз./га подроста *Larix sibirica* в возрасте от 5 до 12 лет, высотой до 0,5 м. Фактически смешанное березово-лиственничное сообщество представляет начальный этап смены коротко производного березняка на коренной лиственничник.

Березово-лиственничный молодняк спирейно-злаково-кипрейно-разнотравный (табл. 1, ПП-9 *МГ*) развивается на вырубке 1976 г. В результате пожара 1980 г. предыдущее возобновление лиственницы – более 5 тыс. экз./га сгорело (единичным выжившим особям сейчас 32 года). Сформировавшийся после пожара новый подрост в ко-

**Таблица 5.** Таксационная характеристика лиственничных молодняков Восточного Хэнтэя.  
**Table 5.** Taxation characteristics of larch young growth of the East Khentii

Показатели Characteristics	ПП-10 МГ	ПП-3 Т	ПП-8 ББ	
			<i>Betula platyphylla</i>	<i>Larix sibirica</i>
Живые деревья/Living trees				
Количество, экз./га/Number, stems/ha	4200	615	900	820
в том числе: здоровые/including: healthy	1130	435	230	740
ослабленные/weakened	1070	145	460	80
сильно ослабленные/greatly weakened	2000	35	210	—
Средний диаметр, см Mean diameter, cm	8.4	21.5	12	4.5
Средняя высота, м Mean height, m	8.5	14.3	13	4.9
Сумма площадей сечения, м <sup>2</sup> /га Density, m <sup>2</sup> /ha	33	24	11	2
Запас древесины, м <sup>3</sup> /га Stock of wood, m <sup>3</sup> /ha	229	172	67	7
Надземная фитомасса, т/га Overground phytomass, tonnes/ha	103	88	37	3
Сухостой/Dead standing trees				
Количество, экз./га Number, stems/ha	5650	95	460	320
Средний диаметр, см Mean diameter, cm	2.5	6	7.8	1.9
Средняя высота, м Mean height, m	3.3	6.2	10.3	2.5
Запас древесины, м <sup>3</sup> /га Stock of wood, m <sup>3</sup> /ha	17	1.6	12	0.7
Надземная фитомасса, т/га Overground phytomass, tonnes/ha	10	1	6	0.4

личестве 8–10 тыс. экз./га сгорел практически полностью в 1996 г. Сейчас подрост лиственницы насчитывается 2400 экз./га. Средний возраст – 11 лет (8–17), средняя высота 52 см (34–93). Единичные материнские особи березы находятся на стадии отмирания и образования пневого поросли в количестве 2060 экз./га. Возраст поросли – 12 лет, сухая масса – 980 кг. Данный вариант смешанного сообщества отражает драматические стадии его становления после пожаров.

### ЧИСТЫЕ И СМЕШАННЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ БЕРЕЗНЯКИ

Сценарий формирования коротко производного осоково-овсяницево-разнотравного березняка определяется природными и антропогенными факторами (табл. 1, ПП-9 МГ). В лиственничной редине, а возможно на вырубке, в аномально влажном цикле лет или после пожара 75–80 лет тому назад возобновилась береза. В древостое помимо березы присутствуют единично сухой тонкомер и валеж подрост лиственницы (45 и 80 экз./га). Источником семян лиственницы служат 56 экз./га живых деревьев перестойного возраста (табл. 6). Всходы лиственницы немногочисленны – 875 экз./га, высотой до 6 см. Древостой березы одновозрастный, согласно классической дифференциации деревьев по классам роста, имеет нормальное распределение

стволов по ступеням толщины (рис. 1 е). Тем не менее, он находится в стадии распада и перехода в следующий длительно производный статус. Об этом свидетельствует многочисленная поросль в подросте. Она образуется у сильно ослабленных затронутых огнем особей, также как и у пней крупных отпавших и спиленных деревьев (220 экз./га) и даже у сгоревшего тонкомера. Присутствие в сообществе большого количества сухих особей березы и отпада (970 экз./га) связано с пожарами и конкурентным фактором (табл. 6). Живая часть березового древостоя повреждена огнем. У многих деревьев в разной степени обожжены корневые лапы и подкопчены основания стволов, у некоторых из них огневые раны простираются до 2,5–3 м. Количество ослабленных и сильно ослабленных особей составляет 46% от числа живых деревьев и только 28% по запасу древесины.

Кроме практически чистого коротко производного перестойного березняка, в Восточном Хэнтэ широкое распространение имеют густые березовые молодняки порослевого происхождения. Они формируются, как правило, на вырубках, ранее занятых лиственничными и смешанными березово-лиственничными молодняками, и после сильного пожара на раннем этапе становления обитают вместе с осинкой *Populus tremula* и кустарниковой ивой *Salix sp.*

Березняк злаково-осоково-разнотравный занимает среднюю часть склона на сплошной вырубке 1982 г. (табл. 1, 6, ПП-4 У). Смешанное с кустарниковой ивой порослевое березовое сообщество формируется после тотального пожара 1996 г. Исходя из даты вырубки и отсутствия возрастных пней и отпада березы, можно предполагать, что предыдущий березовый молодняк, от которого пошла поросль, был не старше 14 лет. В напочвенном покрове всходов лиственницы 4750 экз./га, высотой от 4 до 15 см.

Порослевой березняк осоково-земляничный расположен на вырубке в 50 м от ПП-4 У вниз по северному склону (табл. 1, ПП-4 Уа). На участке оставлен недоруб перестойных деревьев лиственницы (35% от исходного числа деревьев – 425 экз./га). Среди густого березового молодняка обитают *Salix sp.* (800 экз./га) и здоровый подрост лиственницы в количестве достаточном для формирования при благоприятных условиях смешанного древостоя (табл. 6). На западной границе участок примыкает к необлесенному склону, занятому богаторазнотравным остепненным лугом.

Осиново-березовое василистниково-землянично-разнотравное (расположено на юго-западной границе сплошной вырубки на относительно пологом борту поймы (табл. 1, ПП-7 ЗБа). Здесь пожар был менее интенсивным, чем на вырубке, поскольку остались обгорелые жизнеспособные комельки березы и осины диаметром 4–6 см, от которых пошла многочисленная поросль (табл. 6). Возраст – от 8 до 12 лет.

## ВОЗОБНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПОДРОСТА ЛИСТВЕННИЦЫ И БЕРЕЗЫ НА ВЫРУБКАХ

В высотном-поясном комплексе подтаежных травяных лесов на сплошной вырубке 1982 г. в пойме небольшого ручья развивается луговое злаково-осоково-богаторазнотравное с доминированием *Carex amgunensis* сообщество (табл. 1, ПП-7 ЗБ). Во время интенсивного пожара 1996 г. предыдущее поколение подроста сгорело полностью, пней не осталось. За 12 лет появилась многочисленная поросль березы и ивы (табл. 6). Подрост лиственницы единичен – 49 экз./га. Кустарниковый ярус, в состав которого входят *Spiraea media*, *Rosa acicularis*, виды кустарниковых ив, низкорослый с сомкнутостью крон 15%. Флористическое разнообразие травяно-кустарничкового яруса достаточно велико – 72 вида, общее проективное покрытие достигает 81%. Из них 20% приходится на злаки и осоки. Разнотравье представлено лесолуговыми, луговыми и луговостепными мезофитами и ксеромезофитами: *Fragaria orientalis*, *Artemisia tanacetifolia*, *A. integrifolia*, *Chamerion angustifolium*, *Vicia baicalensis*, *V. cracca*, *Campanula silenifolia*, *Galium boreale*, *Potentilla leucophylla*, *Sanguisorba officinalis*, *Saussurea elongata* и мн. др. Вско-

**Таблица 6.** Таксационная характеристика березовых насаждений Восточного Хэнтэя.  
**Table 6.** Taxation characteristics of birch stands of the East Khentii

ПП	Таксационные показатели/Taxation characteristics									
	N	D	H	V	M	N	D	H	V	M
ПП-1 Т	Живые деревья/Living trees					Сухостой/Dead standing trees				
	<i>Larix sibirica</i>									
	56	23.6	17.9	25	10	80	2.9	3	0.1	0.1
	<i>Betula platyphylla</i>									
	1160	12.7	12.7	103	70	400	7.4	8.2	9	7
Поросль / Sapling					Валеж/Fallen trees					
1670	—	0.9	—	—	570	8	4.9	11	8	
	N	D	H	M	N	D	H	M		
ПП-4 У	Живые деревья / Living trees					Сухостой / Dead standing trees				
	<i>Betula platyphylla</i>									
	8200	1.7	3.7	18	400	4.1	3	0.9		
	<i>Salix sp.a</i>									
8700	1.3	3.2	11	900	1.4	4.6	0.8			
ПП-4 Уа	Живые деревья/Living trees					<i>Betula platyphylla</i>				
	<i>Larix sibirica</i>									
	150	36	21.9	103	250	1.7	3	0.3		
ПП-7 ЗБ	Подрост/Undergrowth					Живые деревья/Living trees				
	925	2.3	2.5	0.6	8700	1.8	3.2	17		
ПП-7 ЗБа	<i>Betula platyphylla</i>					<i>Salix sp.</i>				
	944	2	2	0.9	733	—	0.5	0.06		
ПП-7 ЗБв	<i>Betula platyphylla</i>					<i>Populus tremula</i>				
	8700	1	2.6	6	7200	1.5	2.5	6		

Примечание. Таксационные показатели: N – численность особей, экз./га; D – диаметр ствола на высоте груди, см; H – высота дерева, м; V – запас стволовой древесины, м<sup>3</sup>/га; M – сухая надземная фитомасса, т/га.  
 Note. Taxation characteristics: N – number of individuals, stems/ha; D – diameter at breast height, cm; H – height of tree, m; V – volume of stem wood, m<sup>3</sup>/ha; M – overground phytomass, tonnes/ha.

ды лиственницы отсутствуют. На крупной вырубке (около 5 га) возобновлению препятствуют задернение, иссушение верхних горизонтов почвы из-за интенсивной транспирационной деятельности мощного разнотравья, регулярная пастбищная нагрузка и отсутствие вблизи семенных деревьев. Как будет показано ниже, именно последний фактор является главной причиной отсутствия всходов лиственницы на крупных рубках в разнотравных лиственничниках.

В таежном поясе старая рубка 1976 года с недорубом на высокогорном плато занята осоково-злаково-разнотравным лесолуговым сообществом (табл. 1, ПП-12 МI). На участке помимо взрослых деревьев и пней (600 экз./га) присутствует немногочисленный подрост предварительного возобновления (табл. 7). О пожаре слабой интенсивности в 1996 г. свидетельствуют два факта: сухой тонкомер на корню – 75 экз./га и 440 экз./га подроста в возрасте 8–12 лет. Напочвенный покров представлен 49 видами с проективным покрытием 80%. Злаки занимают 29% площади, осоки – 10%. Обильно разнотравье: *Aegopodium alpestre*, *Artemisia integrifolia*, *A. sericea*, *A. tanacetifolia*, *Fragaria orientalis*, *Vicia. cracca* – по 3%; *Geranium vlassiovanum*, *Rhodiola rosea*, *Saussurea parviflo-*

**Таблица 7.** Таксационная характеристика древостоя на осоково-злаково-разнотравной вырубке (ПП-12 МГ).**Table 7.** Taxation characteristics of stands on sedge-grass-forb cutting (PP-12 MG)

Таксационные показатели / Taxation characteristics									
N, экз./га N, stems/ha	D, см D, cm	H, м H, m	V, м <sup>3</sup> V, m <sup>3</sup>	M, т/га M, tonnes/ha	N, экз./га N, stems/ha	D, см D, cm	H, м H, m	V, м <sup>3</sup> V, m <sup>3</sup>	M, т/га M, tonnes/ha
<i>Larix sibirica</i>									
Взрослые деревья/Mature trees					Подрост/Undergrowth				
190	16.2	12.9	49.4	20.9	100	5.4	6.2	1.3	0.7

Примечание. Расшифровка символов таксационных показателей в табл. 6.

Note. For the symbols of the taxation indicators see Table 6.

*ra*, *Trollius asiaticus* – по 2%. Несмотря на мощное задержание количество всходов на вырубке составляет около 6000 экз./га в возрасте 4–7 лет и высотой от 9 до 16 см.

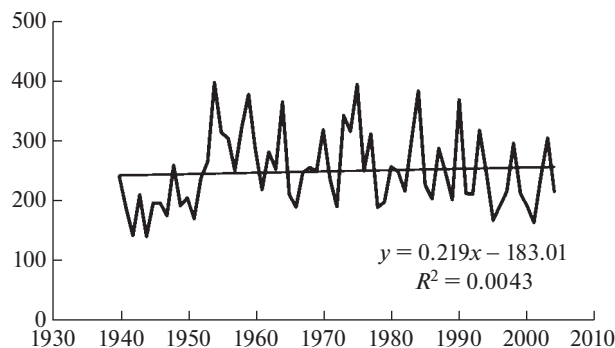
### ГОДИЧНЫЙ РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ДРЕВЕСИНЫ СТВОЛА ДЕРЕВЬЕВ КАК ИНДИКАТОР ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЕВ

Известно, что при оценке направленности развития древостоев при отсутствии мониторинговых данных исключительно важную информацию можно извлечь из динамики годичного прироста древесины ствола. При этом необходимо помнить, что величина прироста определяется сопряженным воздействием трех главных факторов – колебаниями климата, внутренней саморегуляцией и хозяйственной деятельностью человека.

В лиственничнике рододендровом (ПП-6 3Б) у 213-летнего дерева динамика годичного прироста имеет пилообразную форму с очень узкой амплитудой. Средние значения показателя за годы жизни дерева и за последние 50 лет не различаются (табл. 4). Судя по диаметру ствола, подобная динамика прироста обусловлена ослабленной конкурентной мощностью особи из-за обитания ее в подчиненном ярусе древостоя. У других деревьев дендрохронограммы имеют резко выраженный характер с неопределенной периодичностью и с широкой амплитудой изменений прироста. В среднем минимальные и максимальные значения показателя различаются на 2 порядка – от 9 до 39 раз. Во временной динамике прироста особый интерес вызывает выяснение причин снижения показателя до минимальных величин как, например, до 0.09–0.12 мм у деревьев 142 и 132 лет в 1969–1971 гг. (рис. 2 а). Можно предполагать, что постепенное снижение прироста с конца 1950-х годов связано с уменьшением количества осадков. Однако в Восточном Хэнтэе, по данным метеостанции “Ундэрхан”, расположенной в степной зоне Хэнтэйского аймака (N 47°19'00", E 110°37'60"), явных признаков аномалии в выпадении осадков в эти годы не наблюдалось (рис. 3). Больше того, расчет по уравнению регрессии показывает тенденцию увеличения суммы годовых осадков за период 1940–2004 гг. – с 242 до 256 мм.

Анализ связи годичного прироста древесины с количеством выпавших осадков в диапазоне от 140 до 400 мм у 8 модельных деревьев сообщества (табл. 4) показал отсутствие таковой у деревьев 213-ти и 121-летнего возраста. У моделей 142-х и 141-летнего возраста связь оказалась отрицательной. В указанном диапазоне осадков прирост уменьшился соответственно в 1.7 и 1.2 раза. У остальных деревьев с ростом количества осадков прирост увеличивался в 1.3–1.6 раза (рис. 4 а). Эти данные свидетельствуют о том, что рассматриваемая депрессия продукционного процесса напрямую не может быть объяснена колебаниями климата в регионе, а определяется гидрологическим режимом в экотопе. К дефициту влаги приводят, прежде всего, поверхностный и внут-





**Рис. 3.** Динамика годовой суммы осадков (1940–2004 гг.) по данным метеостанции “Ундэрхан” в центре Хэнтэйского аймака.

По оси абсцисс – годы; по оси ординат – осадки, мм.

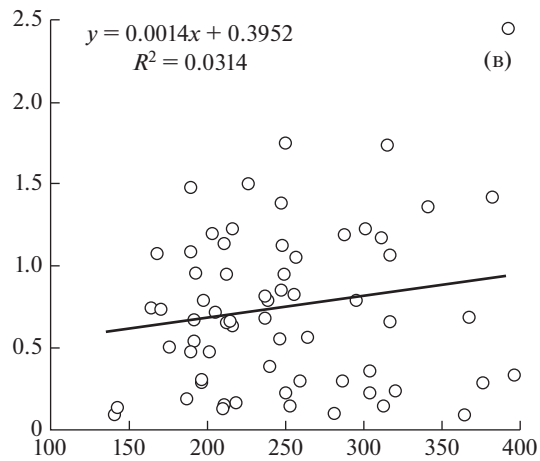
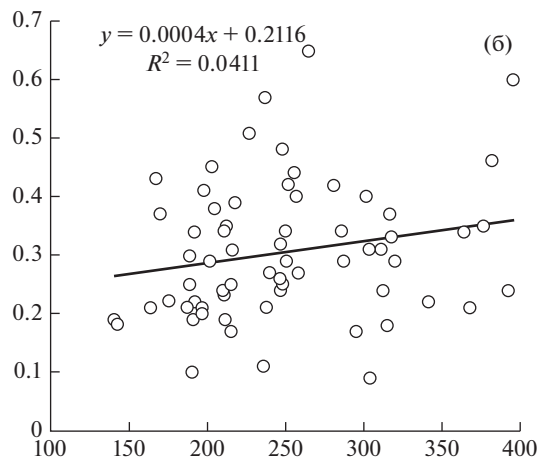
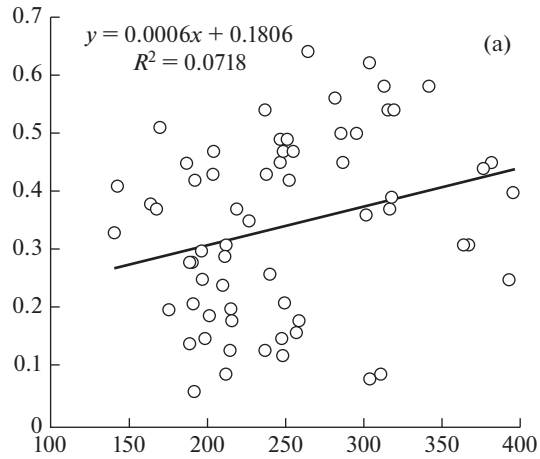
**Fig. 3.** The dynamics of the annual rainfall (1940–2004) according to the Undarkhan weather station in the center of the Khentii aimak.

X-axis – years; Y-axis – rainfall, mm.

рипочвенный сток с крутой поверхности склона ( $20^\circ$ ) и обострение конкуренции между деревьями за скудный водный ресурс. С другой стороны, резкое многократное и кратковременное увеличение прироста древесины за последние десятилетия (рис. 2 а) сопряжено с частыми пожарами, после которых происходит отпад части древостоя, увеличение площади питания для оставшихся деревьев и оводненности почв за счет вскрытия минерального слоя.

В отношении других местообитаний можно отметить лиственничник бруснично-овсяницевый (ПП-13 *МГ*). Здесь в перестойном древостое в режиме относительно благоприятного увлажнения (малый угол наклона поверхности участка перед косогором), конкурентные отношения отнюдь не ослабевают. Напротив, разница между минимальными и максимальными величинами показателя составляет от 12 до 49 раз. В качестве примера классического варианта конкурентных отношений следует привести вариант динамики годичного прироста древесины 300- и 128-летнего дерева до настоящего времени (рис. 2 б). В этом примере очевиден ответ на признаки конкурентных отношений между особями деревьев разного возраста в период явного внешнего воздействия на состояние древостоя с начала 1960-х годов по настоящее время. Это касается снижения прироста у 300-летнего дерева. Вопреки представлениям об ослаблении камбиальной активности с возрастом (Gamalei, 2015; Gamalei et al., 2014; Sheremetiev et al., 2016), мы считаем, что этот функциональный процесс генетически детерминирован и не может быть связан с возрастом. Как любая физиологическая функция, активность камбия проявляет и реализует свои потенциальные возможности только в зависимости от напряженности факторов среды. Это – классика, которая широко известна, в том числе и доказана графическими примерами многократного увеличения прироста древесины ствола у деревьев зрелого и перестойного возраста после значительного изреживания или сплошной вырубке древостоев с оставлением семенников (Slemnev et al., 2017).

Если рассматривать конкурентные отношения между особями в древостое по широте градиента между минимальным и максимальным годичным приростом древесины ствола<sup>4</sup>, то в лиственничной редине (ПП-11 *МГ*) наблюдается уменьшение разницы до одного порядка – в среднем в 12 раз (при варьировании признака у 9 моделей разного возраста от 4 до 20 раз). В этом варианте можно предполагать об ослаблении



**Рис. 4.** Связь годовичного радиального прироста древесины ствола деревьев лиственницы сибирской с годовой суммой осадков за период 1940–2004 гг. в лесных сообществах Восточного Хэнтэя.

*a* – дерево 128 лет на ПП-6 ЗБ, *б* – дерево 271 год на ПП-11 МГ, *в* – дерево 128 лет на ПП-13 МГ. По осям абсцисс – осадки, мм; по осям ординат – ширина годовичного кольца, мм.

**Fig. 4.** The relationship between the annual radial growth of larch tree with annual rainfall for the period 1940–2004 in the forest communities of East Khentii.

*a* – a tree 128 years old on ПП-6 ЗБ, *б* – a tree 271 years old at ПП-11 МГ, *в* – a tree 128 years old at ПП-13 МГ. X-axis – rainfall, mm; Y-axis – width of the annual ring, mm.

конкуренции между особями в связи с длительным режимом обитания в редком древостое. Вместе с тем, у более половины модельных деревьев связь с осадками отрицательная. Как правило, это те модели (в возрасте 204, 195, 43, 43 и 36 лет), у которых за последние четверть века годовичный прирост древесины значительно увеличился в сравнении с таким же по времени предыдущим периодом (табл. 4). Подобная ситуация объясняется тем, что в динамике положительная линейная регрессия нарушается пожарами, когда после них при увеличении прироста в условиях малых вариаций интенсивностей осадков кривая регрессии приобретает отрицательный знак.

Сходная реакция на экотопические условия с лиственничной рединой наблюдается в древостое, пройденном официальными и самовольными выборочными рубками (ПП-1Д). Здесь подавляющая часть деревьев отреагировала на антропогенное вмешательство увеличением прироста древесины ствола (см. табл. 4). Вместе с этим коэффициент  $PR_{\max}/PR_{\min}$  увеличился в сравнении с ПП-11 МГ в два с лишним раза – до 28 единиц (вариации – от 9 до 100). Связь с осадками в условиях освобождения жизненного пространства и равной доступности влаги для сообитателей определяется только конкурентной мощностью особей деревьев.

По существу, используя варианты динамики годовичного радиального прироста древесины ствола на примерах множества взрослых деревьев из различных местообитаний можно сделать некоторые обобщения.

Анализ изменений в перестойных лиственничниках коэффициента  $PR_{\max}/PR_{\min}$  показал исключительно высокую степень его сопряженности со средней для моделей в каждом древостое максимальной величиной годовичного прироста ( $R^2 = 0.72$ ). Эта связь кажется логичной, не требующей доказательств. Однако в совокупности направленность изменений обеих характеристик косвенно свидетельствует не только об остроте конкурентных отношений, но и о трофности местообитаний, то есть о ёмкости водноминеральных ресурсов. Ярким подтверждением этой концепции является сравнение рассматриваемых показателей в древостоях одного возраста в разных условиях местообитания.

Первый из них – подтаежный лиственничный молодняк осоково-разнотравный (табл. 1, ПП-3 Т) является вариантом заселения лесом примыкающих к опушкам лугово-степных местообитаний на богатых бескарбонатных черноземах (The forests ..., 1988). В благоприятном режиме местообитания при незначительной численности деревьев (615 экз/га, табл. 5) в условиях слабой конкуренции среднее значение максимального прироста древесины ствола у 10 моделей составило 6.2 мм/год (варьирование от 3.9 до 9.8 мм/год), а коэффициент  $PR_{\max}/PR_{\min}$  достиг 38 единиц. Второй лиственничный молодняк – овсяницево-осоково-разнотравный (табл. 1, ПП-10 МГ)

<sup>4</sup> Мы считаем, что информационные возможности динамики годовичного прироста древесины ствола деревьев до сих пор еще не исчерпаны и предлагаем вариант анализа ширины годовичных колец, который можно взять в разработку. Когда в окрестностях района исследований на удалении от 100 и более километров отсутствуют не только метеостанции, но и метеопосты – дополнить понимание развития лесных сообществ в зависимости от климатических факторов можно путем разностороннего анализа кернов. Для данного сообщения предлагаем использовать отношение прироста древесины ствола максимального к минимальному –  $PR_{\max}/PR_{\min}$ .

развивается на высокогорном плакоре на дерновой лесной почве. При исходной большой численности возобновления на вырубке (около 10 тыс. особей/га, табл. 5) размер аналогичных параметров намного ниже — 2.4 мм/год (варьирование от 1.4 до 3.3 мм/год) и 16-кратное различие между  $PR_{\text{макс}}/PR_{\text{мин}}$ . Иными словами, имея базу данных о годичном приросте древесины ствола деревьев, без таксационных описаний, для любых местообитаний по параметру  $PR_{\text{макс}}/PR_{\text{мин}}$  можно косвенно судить об экологических и фитоценологических особенностях лесных сообществ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе многолетнего комплексного исследования экосистем Монголии (1970–2018 гг.) в программах Совместной Советско (ныне Российско)-Монгольской биологической экспедиции в ряду насущных проблем важной была также и проблема мониторинга жизненного состояния и динамики лесов страны, доминанты которых произрастают на южно-высотной экстремальной границе своих ареалов. Учитывая масштабное многообразие типов леса в высотно-поясных комплексах, только в сравнительном плане можно понять разнообразие и особенности их фитоценологических свойств. На основании многолетнего мониторинга описаны уникальные закономерности динамики чистых лиственничных лесов Центрального Хангая (Slemnev et al., 2017). В настоящем сообщении нами рассмотрены главным образом три аспекта роста и развития лесов Восточного Хэнтэя.

Первый из них касается разновозрастных перестойных лиственничных древостоев. Они нарушены бессистемными рубками и многократными пожарами. С момента организации добычи угля и формирования инфраструктуры в г. Багануур (около 35–40 лет назад) во всех лесных массивах данного региона производилась тотальная вырубка древостоев сплошным, условно сплошным и выборочным методами. В последнем варианте вырубке подвергались здоровые стволы в наиболее высокопроизводительных древостоях. В недорубах оставались фаутные и слабобразные, угнетенные деревья. На вырубках накапливалось большое количество порубочных остатков. Захламленность вырубок создавала высокую пожароопасность.

Второй аспект связан с отсутствием или малым количеством подроста под пологом коренных древостоев, что ставит под сомнение возможность сохранения подвижно равновесного состояния древостоев или нейтрального баланса энергомассообмена (Ramenskii, 1971). Причиной тому являются частые пожары. Однако, наряду с этим, в напочвенном покрове практически всех древесных насаждений отмечено массовое возобновление лиственницы в количестве от 3.6 до 90 тыс. особей на гектаре в возрасте от 2 до 12 лет.

Третий аспект касается направленности сукцессионных процессов на вырубках. Они развиваются по европейско-западносибирскому сценарию, то есть со сменой коренных лиственничников на серии производных чистых или смешанных с лиственницей сибирской *Larix sibirica* и редко с осинной *Populus tremula* березовых насаждений. Причиной подобного вектора развития лесных угодий также являются частые пожары и способность березы плосколистной *Betula platyphylla* к вегетативному размножению в любом возрасте. На крупных вырубках площадью более 1 га после частых пожаров нередко развиваются богаторазнотравные луговостепные сообщества. В задернованной среде обитания в условиях острой конкуренции между многочисленными видами мала вероятность укоренения всходов лиственницы, тем более на значительном удалении от стен леса.

Таким образом, в результате всестороннего анализа впервые установлены жизненное состояние и вектор развития лесных угодий Восточного Хэнтэя. Следует отметить положительную тенденцию в эксплуатации лесов Монголии — уже более 20 лет запрещены сплошные рубки (Dorjsuren, 2009). В настоящее время пожары являются глав-

ным экзогенным фактором, влияющим на жизненное состояние лесов. Этот фактор наносит значительно больший ущерб лесному хозяйству страны, чем явные признаки аридизации климата за последние сотни лет (Mann et al., 1999; Dulamsuren et al., 2010). Естественно, что в такой ситуации при благоприятной направленности возобновительного процесса у лиственницы, главной рекомендацией к сбережению лесных ресурсов является, как это ни тривиально, охрана их от пожаров. Результаты настоящего исследования объективно подтверждают, что закономерности восстановительной и сукцессионной динамики растительных сообществ на лесных местообитаниях связаны только с этим стихийным бедствием.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках Программ Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ, а также Госзаданий ФАНО Ботаническому институту им. В.Л. Комарова РАН: тема № 115062470016 “Мониторинг флористического и фитоценотического разнообразия растительного покрова Монголии”.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Chulunbaatar Ts. 2005. Relation between forest fuel and stand evaluation indication of subtaiga in Northern Mongolia. In: Proceeding International Conference “Ecosystems of Mongolia and frontier areas of adjacent countries: natural resources, biodiversity and ecological prospects”. Ulaanbaatar. P. 69–71.

[Dorjsuren] Доржсурэн Ч. 2009. Антропогенные сукцессии в лиственничных лесах Монголии. М. 260 с.

[Dorjsuren] Доржсурэн Ч., Дугаржав Ч., Цэдэндаш Г., Чулуунбаатар Ц. 2012. Монгол орны ойн таксацын лавлах. Улаанбаатар. 263 с. (На Монг.).

Dulamsuren Ch., Nauck M., Leuschner Ch. 2010. Recent drought stress leads to growth reduction in *Larix sibirica* in the western Khentey, Mongolia. In: Global Change Biology. P. 1–12.

[Gamalei] Гамалей Ю.В. 2015. Климат и формы высших растений: омброфиты палеогена и гляциофиты неогена. — Ботанический журнал. 100 (3): 185–208.

[Gamalei] Гамалей Ю.В., Шереметьев С.Н., Пахомова М.В., Чеботарева К.Е. 2014. Подвижность углеводного пищевого тракта растений: уроки и перспективы микроскопической техники наблюдений. В сб.: Труды международной научной конференции “Ботаника: история, теория, практика (к 300-летию основания Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН)”. СПб. С. 72–83.

[Gerasimov] Герасимов И.П. 1975. Научные основы современного мониторинга окружающей среды. — Известия АН СССР. Сер. геогр. № 3: 13–25.

[Korotkov] Коротков И.А. 1976. Географические закономерности распределения лесов в Монгольской Народной Республике. — Ботанический журнал. 61 (2): 145–153.

[Krasnoshchekov] Краснощекоев Ю.Н., Коротков И.А., Доржсурэн Ч. 1981. О микроклимате под пологом леса и на вырубках в псевдотаежных лиственничниках в связи с возобновительными процессами. В сб.: Труды Института ботаники. Улан-Батор. Вып. 5. С. 36–46.

Mann M.E., Bradley R.S., Hughes M.K. 1999. Northern hemisphere temperatures during the past Millennium: inferences, uncertainties and limitations. — Geophysical Research Letters. 26 (6): 759–762.

[Ramenskii] Раменский Л.Г. 1971. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л. 334 с.

[Sheremetiev] Шереметьев С.Н., Гамалей Ю.В., Слемнев Н.Н., Степанова А.В., Чеботарева К.Е. 2016. Вариации ширины годичных колец прироста деревьев на широтном и палеоширотном градиентах. — Журнал общей биологии. 77 (5): 359–378.

Slemnev N.N., Dorjsuren Ch., Tsogt Z., Yarmishko V.T. 2015. Determination of overground phytomass of undergrowth *Larix sibirica* and *Betula platyphylla* on complex taxational indexes. In: Proceeding International Conference “Ecosystems of Central Asia under current conditions of socio-economic development”. V. 1. Ulaanbaatar. P. 215–218.

[Slemnev] Слемнев Н.Н., Катютин П.Н., Шереметьев С.Н., Ярмишко В.Т. 2017. Динамика лиственничных лесов Центрального Хангая (Монголия). — Ботанический журнал. 102 (10): 1379–1401.

[The forests] Леса Монгольской Народной Республики (хозяйственное использование). 1980. М. 148 с.

[The forests] Леса Монгольской Народной Республики: Лиственничные леса Центрального Хангая. 1983. Новосибирск. 149 с.

[The forests] Леса Монгольской Народной Республики: Лиственничные леса Восточного Хэнтэя. 1988. М. 177 с.

[Vinogradov] Виноградов Б.В. 1984. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М. 320 с.

[Yarmishko] Ярмишко В.Т., Слемнев Н.Н., Потокин А.Ф., Ярмишко М.А., Доржсурэн Ч., Зоёо Д., Цогт З. 2008. Анализ структуры и продуктивности подтаежных пойменно-долинных нарушенных лесных сообществ в Северо-Восточном Хангае (Монголия). — Растительные ресурсы. 44 (4): 66–78.

## DYNAMICS OF LARCH FORESTS OF THE EAST KHENTII (MONGOLIA)

N. N. Slemnev<sup>a,#</sup> and V. T. Yarmishko<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Komarov Botanical Institute RAS  
Prof. Popov Str., 2, St. Petersburg, 197376 Russia

<sup>#</sup> e-mail: nnslemnev@mail.ru

In the course of a long-term comprehensive study of Mongolian ecosystems (1970–2018) in the programs of the Joint Soviet- (now Russian-) Mongolian Biological Expedition, the important issue was also the problem of monitoring the vital state and dynamics of the country's forests, dominant in the south-altitudinal extremal border of their ranges. Given the large-scale diversity of forest types in altitudinal-belt complexes, only in comparative terms can one understand the diversity of their phytocenotic properties. The present report mainly considers three aspects of the growth and development of the forests of East Khentii. The first one concerns uneven-aged, overripe larch stands. They are broken by haphazard logging and multiple fires. An indicator of anthropogenic intervention is a sharp increase in the annual increase in wood of the trunk after a fire or selective felling. It was also revealed that in the dynamics of the average growth of trees in the stand, the difference between the minimum and maximum values of the indicator reflects the sharpness of competitive relations and the richness of water-mineral resources in phytocenoses. The second aspect is associated with the absence or small amount of undergrowth under the canopy of indigenous stands, which casts doubt on the possibility of maintaining a mobile equilibrium state of stands or a neutral balance of energy exchange. The reason for this are frequent fires. However, along with this, in the ground cover of almost all tree stands there was a massive renewal of larch in the amount of 3.6 to 90 thousand individuals per hectare between 2 and 12 years old. The third aspect concerns the focus of succession processes on cutting. They develop according to the European-West Siberian scenario, that is, with the change of indigenous larch forests to a series of derivative birch plantations, pure or mixed with Siberian larch. The reason for such a vector of forest land development is also frequent fires and the ability of the birch *Betula platyphylla* to grow vegetatively at any age. On large cuttings of more than 1 ha after frequent fires, rich-forb meadow-steppe communities often develop. In a hardened habitat under conditions of intense competition between numerous species, the probability of rooting of larch seedlings is low, especially at a considerable distance from the forest walls.

*Keywords:* indigenous overripe larch forests, derivative birch forests, mountain meadow steppes, successions, logging, burning, renewal, undergrowth, annual radial wood growth of *Larix sibirica*, East Khentii, Mongolia

## ACKNOWLEDGEMENTS

The work was conducted within the framework of the program of joint Russian-Mongol Complex Biological Expedition of the RAS and the ASM, and the institutional research project of the Komarov Botanical Institute the Russian Academy of Sciences no. 115062470016 “Monitoring of phytocenotic and floristic diversity of vegetation cover of Mongolia”.

## REFERENCES

- Chulunbaatar Ts. 2005. Relation between forest fuel and stand evaluation indication of subtaiga in Northern Mongolia. In: Proceeding International Conference "Ecosystems of Mongolia and frontier areas of adjacent countries: natural resources, biodiversity and ecological prospects". Ulaanbaatar. P. 69–71.
- Dorjsuren Ch. 2009. Antropogennye sukcesii v listvennichnyh lesah Mongolii [Anthropogenic successions in larch forests of Mongolia]. Moscow: 260 p. (In Russ.).
- Dorjsuren Ch., Dugarjav Ch., Tsogt Z., Tsedendash G., Chulunbaatar Ts. 2012. Mongol orný ojn takscayn lavlah [Forest mensuration handbook of Mongolia]. Ulaanbaatar. 263 p. (In Mong.).
- Dulamsuren Ch., Hauck M., Leuschner Ch. 2010. Recent drought stress leads to growth reduction in *Larix sibirica* in the western Khentey, Mongolia. In: Global Change Biology. P. 1–12.
- Gamalei Ju.V. 2015. Climate and life-forms of higher plants: paleogene ombrofites and neogene glaciophytes. – *Botanicheskii Zhurnal*. 100 (3): 185–208 (In Russ.).
- Gamalei Ju.V., Sheremetiev S.N., Pakhomova M.V., Chebotareva K. E. 2014. Podvizhnost' uglevodnogo pishhevogo trakta rastenij: uroki i perspektivy mikroskopicheskoy tehniki nabljudenij [Mobility of carbohydrate trophic tract in plants: lessons and prospects for microscopic technique of observation]. In: Trudy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii "Botanika: istorija, teorija, praktika (k 300-letiju osnovanija Botanicheskogo instituta im. V. L. Komarova RAN)". St. Petersburg. P. 72–83 (In Russ.).
- Gerasimov I.P. 1975. Nauchnyye osnovy sovremennoho monitoringa okruzhayushchey sredy [Scientific foundations of modern environmental monitoring]. – Proceedings of the USSR Academy of Sciences. Ser. geogr. № 3: 13–25 (In Russ.).
- Korotkov I.A. 1976. Geograficheskiye zakonomernosti raspredeleniya lesov v Mongol'skoy Narodnoy Respublike..– *Botanicheskii Zhurnal*. 61 (2): 145–153.
- Krasnoshchekov Yu.N., Korotkov I.A., Dorjsuren Ch. 1981. O mikroklimate pod pologom lesa i na vyrubkah v psevdotaezhnyh listvennichnikah v svyazi s vozobnovitel'nymi processami [On the microclimate under the canopy of the forest and on felling in pseudo-taiga larch forests in connection with the reforestation processes]. In: Trudy Instituta botaniki. Ulaanbaatar. V. 5. P. 36–46. (In Russ.).
- Mann M.E., Bradley R.S., Hughes M.K. 1999. Northern hemisphere temperatures during the past Millennium: inferences, uncertainties and limitations. – *Geophysical Research Letters*. 26 (6): 759–762.
- Ramenskii L.G. 1971. Izbrannyye raboty. Problemy i metody izuchenija rastitel'nogo pokrova [Selected works. Problems and methods of studying vegetation]. Leningrad. 334 p. (In Russ.).
- Sheremetiev S.N., Gamalei Yu.V., Slemnev N.N., Stepanova A.V., Chebotareva K.E. 2016. Tree-rings width variability along latitudinal and paleolatitudinal gradients. – *Zhurnal obshchey biologii*. 77 (5): 359–378 (In Russ.).
- Slemnev N.N., Dorjsuren Ch., Tsogt Z., Yarmishko V.T. 2015. Determination of overground phytomass of undergrowth *Larix sibirica* and *Betula platyphylla* on complex taxonomic indexes. In: Proceeding International Conference "Ecosystems of Central Asia under current conditions of socio-economic development". V. 1. Ulaanbaatar. P. 215–218.
- Slemnev N.N., Katyutin P.N., Sheremetiev S.N., Yarmishko V.T. 2017. Dinamika listvennichnykh lesov Tsentral'nogo Khangaya (Mongoliya) [Dynamics of larch forests of Central Khangay (Mongolia)]. – *Botanicheskij zhurnal*. 102 (10): 1379–1401 (In Russ.).
- The forests of the Mongolian People's Republic (practical use). 1980. Moscow. 148 p. (In Russ.).
- The forests of the Mongolian People's Republic: Larch forests of the Central Khangai. 1983. Novosibirsk. 149 p. (In Russ.).
- The forests of the Mongolian People's Republic: Larch forests of East Hantey. 1988. Moscow. 177 p. (In Russ.).
- Vinogradov B.V. 1984. Aerokosmicheskij monitoring ekosistem [Aerospace monitoring of ecosystems.] Moscow. 320 p. (In Russ.).
- Yarmishko V.T., Slemnev N.N., Potokin A.F., Yarmishko M.A., Dorjsuren Ch., Zoëo D., Tsogt Z. 2008. Analysis of the structure and productivity podtaezhnyh floodplain-valley disturbed forest communities in the North-East Khangai (Mongolia). – *Rastitelnye resursy*. 44 (4): 66–78 (In Russ.).