

УДК 630*182:630*174.7(571.63)

ДИНАМИКА УСЫХАНИЯ ПИХТОВО-ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ В БАССЕЙНЕ р. ЕДИНКА (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)*

© 2009 г. Ю. И. Манько, Г. А. Гладкова, Г. Н. Бутовец

Биолого-почвенный институт ДВО РАН
690022 Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159
E-mail: manko@ibss.dvo.ru

Поступила в редакцию 25.07.2007 г.

Приводятся результаты мониторинга усыхания пихтОВО-еловых лесов в бассейне р. Единка, основанные на наблюдениях на постоянных пробных площадях в 1990–2006 гг. Сделан вывод о том, что очаги усыхания находятся в относительно стабильном состоянии: отмирание деревьев на всех участках практически прекратилось. В древостоях на трех участках осуществляются несущественные перестройки. Лишь на одном участке интенсивно проходят восстановительные процессы, в результате которых усиливается лесообразующая роль пихты. Полученные материалы свидетельствуют об успешном восстановлении лесообразующей роли темнохвойных пород в очагах усыхания.

Ель аянская, пихта белокорая, усыхание, мониторинг, динамика, почвы, Приморский край.

Массовое усыхание пихтОВО-еловых лесов на российском Дальнем Востоке происходило неоднократно и охватывало обширные площади. В 1970–1980 гг. отмечена новая волна усыхания на Сихотэ-Алине в бассейнах рек Хор, Анюй, Большая Пея, Единка и в других местах. В связи с этим был развернут мониторинг усыхания пихтОВО-еловых лесов на постоянных пробных площадях, заложенных в бассейнах рек Большая Пея и Единка [1, 2]. К сожалению, пробные площади в бассейне р. Большая Пея в 2001 г. были существенно повреждены низовым пожаром, и наблюдения на них пришлось прекратить. Но пробные площади в бассейне р. Единка уцелели. На них проведены учеты в 2006 г., которые позволили получить материалы о состоянии древостоев и произошедших в них изменениях.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА

Объектами наблюдений были 4 постоянные площади (пр. пл.), заложенные в 1990 и 1992 гг. в различных типах леса, древостои которых в разной степени были затронуты усыханием (табл. 1). Методика работ на постоянных пробных площадях была описана ранее [1, 2]. В 2006 г. были проведены повторные переучеты в древостоях путем измерения окружности каждого дерева рулеткой на высоте 1.3 м, а также определения его состояния. За прошедшие 10 лет с момента последней

ревизии многие сухие стволы упали, а на сухостое облетела кора с нанесенной на ней краской номерами, что значительно усложнило работу.

Судя по состоянию усохших деревьев, усыхание древостоев в бассейне р. Единка началось лет за 10 до закладки пробных площадей, примерно в 1978–1980 гг. Об этом свидетельствовала значительная доля валежника в составе отпада ели, составляющая 20–39%. Массовый переход сухостойных деревьев в валежник происходит в среднем через 9–10 лет после их усыхания. Наличие валежника, а также разное состояние сухих деревьев ели (наличие или отсутствие мелких сучьев, разная степень окоренности деревьев и т.д.) говорит о том, что усыхание осуществлялось неравномерно и с разной интенсивностью [1].

Запасы элементов минерального питания рассчитывались по следующей формуле: $Z = M \times ОП \times A \times 100$, где Z – запас элемента, $гм^{-2}$; M – мощность горизонта, см; $ОП$ – объемная плотность почвы, $г см^{-3}$; A – содержание элемента, % от массы почвы; Наличие элементов питания определяли по “Практикуму по агрохимии” [3].

Смиляциново-моховой пихтОВО-еловый лес (пр. пл. 1–1990), расположен на равнинном участке, отличающемся ослабленным дренажом и застойным увлажнением. Подлесок развит слабо. В нем единичные особи *Ribes horridum*¹, *R. triste*, *Lonicera coerulea*, *Spiraea betulifolia*, *Sorbus aucuparia*, *Acer ucirunduense* и рассеянные группы *Ledum hypoleucum*. Кустарничково-травяной ярус,

* Работа поддержана грантом 06-1-ОБН-098 Дальневосточного отделения РАН.

¹ Латинские названия растений приведены по сводке “Сосудистые растения...” [5].

Таблица 1. Таксационная характеристика постоянных пробных площадей на момент закладки

Пробная площадь	Размер, га	Географическое положение, высота над уровнем моря, координаты	Тип леса	Состав	Возраст	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов, экз. га ⁻¹	Сумма площадей сечения, м ² га ⁻¹	Запас, м ³ га ⁻¹	Класс бонитета
1-1990	0.20	Бассейн р. Едinka, правый берег реки, плато в истоках р. Елисеев ключ, 840 м; 47°10'18" с.ш., 137°59'33.4" в.д.	Смилациново-моховой пихтово-еловый лес	Жив. 84Еа	120-260	12.4	17.7	815	20.075	151	V
				16Пб	100-150	9.3	12.6	345	4.335	28	
				Отп. 70Еа		15.6	22.9	565	23.292	201	
				30Пб		12.1	16.6	515	11.167	87	
2-1990	0.20	Там же, 840 м; 47°09'91.4" с.ш., 137°59'43.7" в.д.	Смилациново-зеленомошный пихтово-еловый лес	Жив. 87Еа	120-210	13.6	19.6	1115	33.821	272	IV-V
				13Пб	100-150	9.4	12.7	470	5.959	40	
				Отп. 78Еа		12.9	17.8	500	12.426	101	
				22Пб		9.0	12.3	405	4.791	28	
3-1990	0.25	Там же, 860 м; 47°09'19.2" с.ш., 137°59'20.7" в.д.	Мелкогравно-зеленомошный пихтово-еловый лес	Жив. 72Еа	140-300	13.9	18.3	272	7.186	60	IV
				28Пб	120-160	9.1	12.2	268	3.186	23	
				Отп. 85Еа		20.3	27.0	676	38.651	423	
				15Пб		18.4	19.5	372	11.113	76	
1-1992	0.21	Там же, 850 м; 47°09'56.2" с.ш., 137°59'15.3" в.д.	Пихтово-еловый лес с подлеском из рододендрона золотистого	Жив. 80Еа	120-300	15.9	22.1	507	19.523	179	V
				20Пб	120-150	9.4	12.2	610	7.017	45	
				+ Кк, Лц	-	-	-	15	1.182	11	
				Отп. 56Еа		14.3	19.5	282	8.426	74	
			44Пб		11.0	15.5	405	7.725	59		

Примечание. В табл. 1, 2: Еа – ель аянская, Пб – пихта белокорая, Кк – кедр корейский, Лц – лиственница. Таксационные показатели приведены, начиная со ступени толщины 8 см.

виды которого размещены по моховому ковру, неоднороден. На более дренированных повышенных участках преобладают виды таежного мелкотравья (*Chamaepericlymenum canadense*, *Linnaea borealis*, *Waldsteinia ternata*, *Maianthemum bifolium* и др.), а на пониженных переувлажненных участках выделяются группы *Smilacina dahurica*, *Equisetum sylvaticum*, единичные особи и небольшие группки *Rubus saxatilis*, иногда *R. chamaemorus*, редко *Veratrum lobelianum*. В размещении растений и их состояние вносит коррективы дислокация усохших деревьев. Проектное покрытие напочвенного покрова неравномерно и колеблется от 30 до 60%.

Мхи образуют сомкнутый покров с толщиной живого слоя 5–10 см. Среди них преобладают *Hylocomium splendens* и *Pleurozium schreberi*, покрывающие более 50%, до 30% приходится на сфагновые мхи (*Sphagnum girgensohnii*, *Sph. russowii*).

При последней ревизии (2006 г.) участок выглядел более сухим, снизилась доля участия в моховом покрове сфагнума, уменьшилась толщина подстилки на 3–5 см, влажность почвы приблизилась к оптимальной.

Почва – бурозем грубогумусовый глееватый сильногумусированный, сильноненасыщенный на элювии андезибазальта.

Смилациново-зеленомошный пихтово-еловый лес (пр. пл. 2-1990) занимает более дренированные местообитания, но по пониженным частям, занятым *Sphagnum girgensohnii* и *Ptilium crista-castrensis*, дренаж ослаблен. В целом состав и облик нижних ярусов принципиально не отличается от пр. пл. 1-1990, но сфагновые мхи занимают меньшую площадь – до 10%. Почва – бурозем грубогумусовый сильногумусированный, сильноненасыщенный.

В **мелкотравно-зеленомошном пихтово-еловом лесу** (пр. пл. 3-1990) подросток развит слабо и не образует сомкнутого полога. В нем единично представлены *Ribes horridum*, *Lonicera caerulea*, *Sorbus aucuparia*, *Ledum hypoleucum*, *Sambucus racemosa*, участие которой возрастает под усохшим древостоем. Моховой покров хорошо развит (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidadelphus triquetrus* и другие виды). По сомкнутому моховому ковру размещено таежное мелкотравье (*Linnaea borealis*, *Maianthemum bifolium*, *Listera pinetorum*, *Leptorumohra amurensis*, *Oxalis acetosella*, *Vaccinium vitis-idaea* и другие виды). С началом усыхания древостоя произошли существенные перестройки в нижних ярусах, изменения в которых определялись размещением усохших деревьев. На участках с сильно усохшим древостоем разрослись *Rubus matsumuranus* и *Calamagrostis langsdorffii*, размещенные рассеянно и плотными группами. Под живым крупным подростом и тонкомером темнохвойных пород встреча-

лись плотные пятна *Linnaea borealis* и *Lycopodium clavatum*. Мхи деградировали и покрывали до 50% площади, сохранившись под куртинами подростка и тонкомера. При последней ревизии (2006 г.) отмечено сокращение площади, занятой вейником, и увеличение роли зеленых мхов, некоторое снижение доли сфагнума. Это связано с увеличением сомкнутости формирующегося древостоя. Почва – бурозем грубогумусовый сильногумусированный, сильноненасыщенный.

В **пихтово-еловом лесу с подростком из рододендрона золотистого** (пр. пл. 1-1992), располагающемся на переувлажненном местообитании, в подростке господствовал *Rhododendron aureum*, образующий сплошные заросли высотой до 1 м, в которых единично встречаются *Sorbus aucuparia*, *Pinus pumila*, а под пологом их рассеянно и группами *Ledum hypoleucum*, единично *Vaccinium uliginosum*. В прикомлевой части деревьев растут группы *Vaccinium vitis-idaea*; другие виды (*Equisetum sylvaticum*, *Carex globularis*, *Chamaepericlymenum canadense*, *Smilacina dahurica*, *Rubus chamaemorus*) встречаются единично и рассеянно. Мхи, среди которых преобладают обычно распространенные в темнохвойных лесах виды (*Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Ptilium crista-castrensis*, *Rhytidadelphus triquetrus*) и участвуют виды сфагнума (*Sphagnum girgensohnii*, *Sph. russowii*), покрывают почву почти сплошь. Пятна сфагнума приурочены к понижениям и занимают около 30% площади. При последней ревизии существенных изменений в облике нижних ярусов не отмечено. Почва – бурозем грубогумусовый глееватый, сильногумусированный, сильноненасыщенный.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В **смилациново-моховом пихтово-еловом лесу** (пр. пл. 1-1990) к началу наблюдений доля отпавших деревьев (сухие + валежные деревья) ели и пихты составляла по числу стволов 48%, по запасу древесины 61.6%. Доля отмерших стволов ели достигала почти 41%, пихты почти 60%. В наибольшей степени усыханием были затронуты деревья ели толще 28 см. Процент усохших стволов у пихты был выше по сравнению с елью во всех ступенях толщины, где представлена эта порода (рис. 1, а). В целом от усыхания сильнее пострадали крупные деревья обеих пород, возраст которых был близок к возрасту физической спелости или превышал его. Так, по данным А.Г. Шавнина [6], полученным в основном на материалах пробных площадей со сплошным учетом деревьев по возрасту, заложенных на Пейском плато, физическая спелость древостоев пихтово-еловых лесов наступает в 180–200 лет.

Распределение живых деревьев ели и пихты по толщине в 2006 г. представлено ниспадающей ломаной линией с максимумом в тонкомерной части

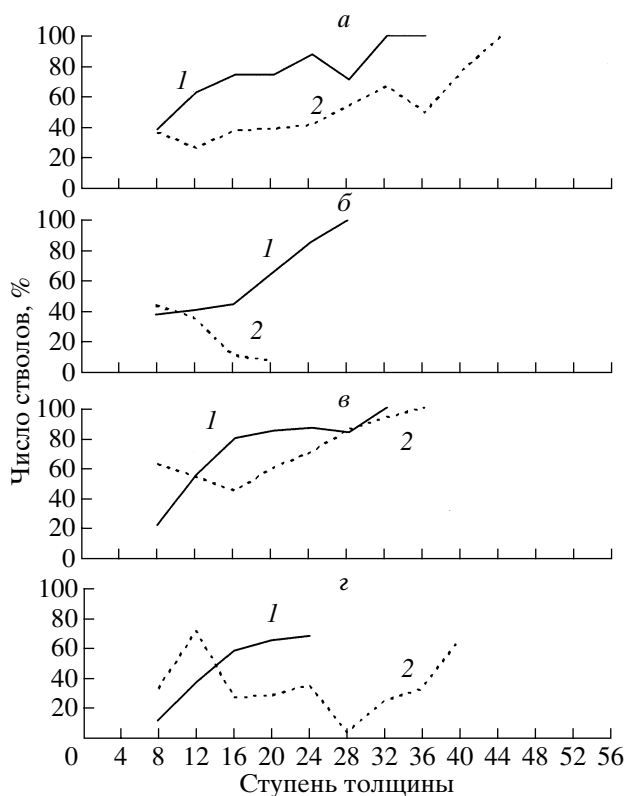


Рис. 1. Распределение сухих стволов ели аянской и пихты белокорой по толщине на момент закладки пробных площадей, %: а – пр. пл. 1-1990; б – пр. пл. 2-1990; в – пр. пл. 3-1990; г – пр. пл. 1-1992; 1 – пихта белокорая; 2 – ель аянская.

(рис. 2, а). Оно принципиально не отличается от распределения деревьев в 1990 г. Однако в 2006 г. почти во всех ступенях толщины вплоть до ступени 32 увеличилось число деревьев. В ступени 8 см число стволов возросло на 40.2% (ели на 6.1, пихты на 34.1%), в ступени 12 см число деревьев уменьшилось на 15.0% за счет перехода части стволов в следующую ступень; в ступенях толщины 16, 20, 24, 28 и 32 см число деревьев возросло соответственно на 70.8, 13.0, 13.6, 50.0 и 20.0% (рис. 3, а).

Длина ряда распределения деревьев осталась такой же, как в 1990 г.: у ели ряд заканчивается ступенью 40 см, у пихты ступенью 28 см. Запас древесины с 1994 г. начал возрастать, достигнув в 2006 г. 220 м³, увеличившись по сравнению с 1990 г. на 22.6%, а за последние 10 лет – на 17.3% (табл. 2). Наибольший прирост запаса дала ель, хотя доля ее по числу стволов снизилась на 7% по сравнению с 1990 г. Средний диаметр древостоя изменялся незначительно, несколько снизившись в 2006 г. за счет увеличения доли тонкомерных стволов (ступень 8 см). Состав древостоя, определенный по запасу, 82Еа 18Пб. Он практически не изменился по сравнению с 1990 г. (84Еа 16Пб).

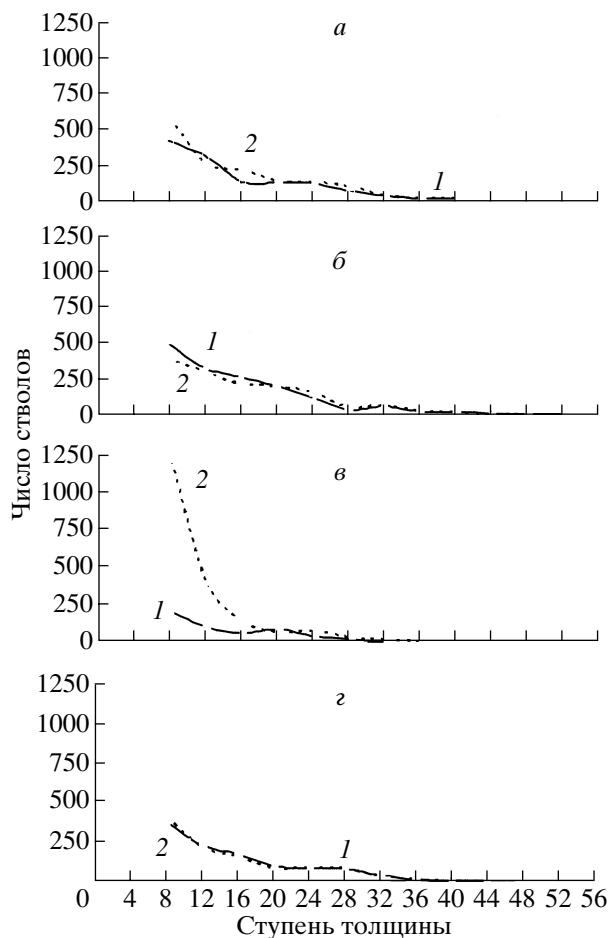


Рис. 2. Распределение живых деревьев ели аянской + пихты белокорой по толщине, шт.: а – пр. пл. 1-1990; б – пр. пл. 2-1990; в – пр. пл. 3-1990; г – пр. пл. 1-1992; 1 – 1992 г., 2 – 2006 г.

Однако по числу стволов доля пихты постоянно возрастала, увеличившись на 7% в 2006 г. по сравнению с 1990 г. Все это свидетельствует о том, что в древостое происходят вяло текущие процессы, связанные с перестройками после усыхания части деревьев.

В смилациново-зеленомошном пихтово-еловом лесу (пр. пл. 2-1990) в начале наблюдений доля отпавших деревьев ели и пихты по числу стволов равнялась 36.1%, а по запасу древесины – 28.6%. Отмершие стволы у ели составляли 26.3% (по объему 7.2%), у пихты – 51.5% (по объему 71.9%). У ели в наибольшей степени усохли тонкомерные особи (ступени 8 и 12 см), у пихты деревья всех ступеней толщины были сильно затронуты усыханием (рис. 1, б). В отличие от пр. пл. 1-1990 ель на этом участке усохла в меньшей степени.

Распределение живых деревьев по толщине в 2006 г. практически повторяет кривую 1990 г. (рис. 2, б). Отличия заключаются лишь в числе деревьев: до ступени толщины 20 см стволов ста-

ло несколько меньше, а начиная с этой ступени – несколько больше. Длина ряда распределения у ели и пихты осталась без изменений. Динамика живых деревьев ели и пихты за период 1990–2006 гг. показана на рис. 3, б.

К 2006 г. общее число деревьев снизилось на 7.2% (ели на 6.6, пихты на 0.6%). Запас древесины увеличился на 7.1%, за последние 10 лет на 4.9%. Средний диаметр древостоя к 2006 г. возрос до 18.7 см, увеличившись как у ели, так и у пихты (табл. 2).

Состав древостоя по запасу в 2006 г. имел такую формулу: 85Еа 15Пб (в 1990 г. – 87Еа 13Пб). Здесь, как и на пр. пл. 1-1990, несколько возросло участие пихты, что показало и вычисление состава древостоя по числу деревьев.

В мелкотравно-зеленомошном пихтОВО-елОВОм лесу (пр. пл. 3-1990) в начале наблюдений отпавшие деревья ели и пихты составляли 65.9% по числу стволов и 86.1% по запасу древесины. На долю отмерших стволов у ели приходилось 71.3% (по запасу древесины 87.5%), у пихты – 58.1% (по запасу 81.0%). У ели оказались в отпаде все деревья толще 34 см, у пихты – толще 30 см (рис. 1, в).

Распределение живых деревьев по диаметру было представлено ниспадающей ломаной линией с наибольшим числом стволов в ступени толщины 8 см и с небольшим пиком в ступени 20 см. В 2006 г. значительно возросла асимметрия кривой за счет резкого увеличения числа стволов в ступенях толщины 8–16 см (рис. 2, в). Пик стволов, бывший в ступени 20, сместился в ступень 24 см. Ряд распределения живых стволов у ели в 2006 г. увеличился на одну ступень (36 см). Распределение живых деревьев ели и пихты в 1990 и 2006 гг. показано на рис. 3, в.

Подавляющая часть сухостоя на участке упала (но не вывалилась с корневой системой) и образовала завалы. В 1996 г. на пробной площади было 224 сухих ствола ели и 140 пихты (в переводе на 1 га), в 2006 г. соответственно 28 и 52.

За время наблюдений шло постепенное нарастание запаса древостоя, который к 2006 г. достиг $175 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1}$, увеличившись по сравнению с 1990 г. на 108.8%, а с 1996 г. – на 75.9% (табл. 2). Число живых деревьев ели и пихты постепенно увеличивалось: в 2006 г оно достигло почти 2000 шт. га^{-1} . По сравнению с 1990 г. оно возросло на 266.7%, а за последние 10 лет – на 227.8%. На участке сформировался сомкнутый древостой, в котором по числу стволов преобладает пихта (72%), а по запасу – ель (57%). Средний диаметр древостоя в 2006 г. снизился до 12.1 см за счет вставания в древостой особей из подроста. В связи с интенсивным распадом сухой части древостоя среди тонкомерных деревьев темнохвойных пород часть особей (9.1%) имеют механические повреждения (облом ствола, повреждение кроны, ошмыги). Состав древостоя в

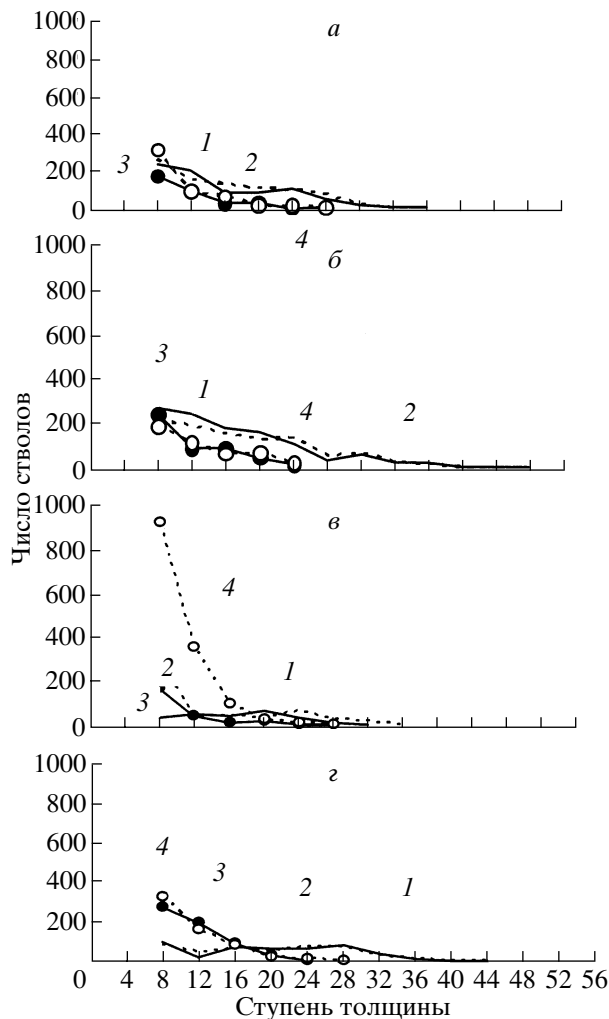


Рис. 3. Распределение живых деревьев ели аянской и пихты белокорой по толщине в 1990 (1992) и 2006 гг., шт.: а – пр.пл. 1-1990; б – пр.пл. 2-1990; в – пр.пл. 3-1990; г – пр.пл. 1-1992; 1 – Еа 1990 (1992) г.; 2 – Еа 2006 г.; 3 – Пб 1990 (1992) г.; 4 – Пб 2006 г.

2006 г. имел формулу 57Еа 43Пб, в 1990 г. – 72Еа 28Пб.

Таким образом, на участке происходят интенсивные восстановительные процессы, которые в конечном счете приведут к формированию разновозрастного древостоя с преобладанием пихты белокорой. Наступает стадия временного преобладания пихты в древостое. Однако продолжительность ее будет невелика, поскольку жизненный цикл пихты редко превышает 160 лет.

В нижних ярусах по мере смыкания древостоя изреживаются подлесок и кустарничково-травяной ярус и увеличивается покрытие мхами. Однако облик нижних ярусов довольно пестр.

В пихтОВО-елОВОм лесу с подлеском из рододендрона золотистого (пр. пл. 1-1992) в начале наблюдений на отпавшие деревья ели и пихты при-

Таблица 2. Динамика таксационных показателей живых древостоев на постоянных пробных площадях за период наблюдений

Показатель	Пробная площадь											
	1-1990			2-1990			3-1990			1-1992		
	Еа	Пб	Всего	Еа	Пб	Всего	Еа	Пб	Всего	Еа	Пб	Всего
1990 г.												
<i>N</i>	815	345	1160	1120	470	1590	272	268	540	–	–	–
<i>V</i>	151.0	28.5	179.5	263.4	39.6	303	60.5	23.5	84.0	–	–	–
<i>d</i> _{ср}	17.7	12.7	16.4	19.4	12.7	17.7	18.5	12.3	15.6	–	–	–
Σq	20.080	4.336	24.416	33.032	5.960	38.992	7.186	3.186	10.372	–	–	–
1991 г.												
<i>N</i>	795	345	1140	–	–	–	264	308	572	–	–	–
<i>V</i>	145.3	29.7	175.0	–	–	–	59.6	25.2	84.8	–	–	–
<i>d</i> _{ср}	17.6	12.8	16.3	–	–	–	18.4	12.1	15.4	–	–	–
Σq	19.427	4.455	23.882	–	–	–	7.050	3.533	10.583	–	–	–
1992 г.												
<i>N</i>	805	370	1175	1115	470	1585	276	340	616	507	610	1117
<i>V</i>	146.0	30.2	176.2	261.9	38.7	300.6	61.58	24.0	85.5	178.6	45.2	223.8
<i>d</i> _{ср}	17.6	12.6	16.2	19.4	12.6	17.7	18.3	11.5	14.9	22.8	12.0	17.8
Σq	19.584	4.612	24.196	32.905	5.853	38.758	7.256	3.527	10.783	20.673	7.117	27.790
1994 г.												
<i>N</i>	820	375	1195	1125	475	1600	280	360	640	485	585	1070
<i>V</i>	150.1	33.3	183.4	272.9	39.9	312.8	68.6	28.5	97.1	167.8	41.3	209.1
<i>d</i> _{ср}	17.6	13.0	16.3	18.4	12.7	16.9	18.8	12.0	15.4	22.0	11.9	17.2
Σq	19.913	4.964	24.877	29.850	6.017	35.867	7.801	4.038	11.839	18.377	6.521	24.898
1996 г.												
<i>N</i>	825	370	1195	1110	460	1570	284	320	604	486	590	1076
<i>V</i>	150.8	36.7	187.5	270.2	39.2	309.4	72.4	27.3	99.7	168.0	46.6	214.6
<i>d</i> _{ср}	17.6	13.5	16.5	19.7	12.7	17.9	19.2	12.3	15.9	22.0	12.4	17.4
Σq	20.195	5.316	25.511	33.792	5.898	39.690	8.213	3.811	12.024	18.377	7.106	25.483
2006 г.												
<i>N</i>	900	530	1430	1015	460	1475	552	1428	1980	500	628	1128
<i>V</i>	180.0	40.0	220.0	276.2	48.3	324.5	100.2	75.2	175.4	177.4	45.0	222.4
<i>d</i> _{ср}	18.3	12.2	16.3	20.6	13.8	18.7	16.3	10.5	12.1	22.2	11.9	17.3
Σq	23.647	6.204	29.851	33.832	6.859	40.691	11.478	12.339	23.813	19.421	7.031	26.452

Примечание. *N*, шт. – число деревьев, га; *V*, м³ – запас древесины; *d*_{ср}, см – средний диаметр; Σq – сумма площадей сечения м², “–” – нет данных.

ходилось 38.1% по числу стволов, а по запасу древесины 37.2%. Наибольшая доля отмерших деревьев ели была в ступенях толщины 12 и 40 см, пихты – в ступенях 16–24 см (рис. 1, з). Распределение живых деревьев темнохвойных пород по толщине за годы наблюдений не претерпело существенных изменений (рис. 2, з). Оно представлено ниспадающей ломаной линией с наибольшим числом деревьев в тонкомерной части. Ряд распределения пихты в 2006 г. удлинился на одну

ступень, и теперь самые толстые деревья этой породы находятся в ступени 28 см (рис. 3, з). Общее число деревьев ели и пихты увеличилось незначительно, а древесный запас остался практически без изменений, хотя средний диаметр несколько снизился (табл. 2).

Состав древостоя по сравнению с 1990 г. не изменился: 80Еа 20Пб, да и в числе стволов существенных изменений за эти годы не произошло. В

Таблица 3. Запасы углерода (кг м^{-2}), азота, подвижно-го фосфора и обменных катионов (г м^{-2}) в 30 см слое почвы

Элемент	Пробная площадь			
	1-1990	2-1990	3-1990	1-1992
C	15.6	21.3	6.0	27.7
N	721	Не опр.	395	1220
P	2.2	3.4	0.7	2.5
Ca	92	41	26	94
Mg	20	21	15	32
K	25	17	14	17

нижних ярусах несколько возросла сомкнутость подлеска.

Ревизия пробных площадей, проведенная в 2006 г., позволила подтвердить сделанный ранее вывод [1], что в бассейне р. Единка очаги усыхания находятся в относительно стабильном состоянии. Усыхание деревьев в основном полого на всех участках практически прекратилось. В древостоях на трех участках осуществляются несущественные перестройки после усыхания части деревьев, лишь на одном участке, наиболее затронутом усыханием (пр. пл. 3-1990), интенсивно происходят восстановительные процессы, в результате которых усиливается лесообразующая роль пихты.

Изменения в почвенном покрове. Величина подстилки на момент закладки пробных площадей колебалась в пределах 12.28 ± 2.02 см, а на момент последней ревизии снизилась до 10.75 ± 3.86 см (в среднем в елово-пихтовой формации, по расчетам А.П. Сапожникова [4], она составляет 7.04 ± 0.46 см). Уменьшение мощности подстилки можно рассматривать как результат улучшения условий для ее разложения после распада старого древостоя. Мощность гумусового горизонта увеличилась до 16.0 ± 2.94 см (2006 г.), в то время как на момент закладки проб она была 13.33 ± 1.43 см.

Определение запасов органического углерода, азота и элементов минерального питания в 30-сан-

тиметровом корнеобитаемом слое почвы показало (табл. 3), что больше всего макро- и мезоэлементов накапливается в почве пихтово-елового леса с рододендромом золотистым (пр. пл. 1-1992). Меньше всего элементов минерального питания отмечено в почве пр. пл. 3-1990, что скорее всего связано с интенсивным потреблением их формирующимся древостоем.

Для определения потребности древостоев в элементах питания были рассмотрены соотношения следующих веществ: N/P, N/K, N/Ca, N/Mg (табл. 4).

Исходя из соотношений, полученных для ели аянской вскоре после закладки пробных площадей (табл. 4), наблюдался острейший дефицит фосфора по отношению к азоту и умеренный дефицит магния; не очень благоприятны были и отношения Ca/Mg и K/Mg (особенно на пр. пл. 3-1990). По видимому, в настоящее время в связи с более быстрым разложением подстилки и улучшением водно-физических параметров почвы улучшилось и минеральное питание ели и пихты.

Заклучение. Мониторинг динамики усыхающих пихтово-еловых лесов в бассейне р. Единка, основанный на наблюдениях на постоянных пробных площадях, характеризующих разные участки по условиям произрастания, позволил констатировать, что на более сухих местообитаниях древостой сильнее пострадали от усыхания. На трех участках (пр. пл. 1-1990, 2-1990, 1-1992) за период наблюдений (1990–2006, 1992–2006 гг.) происходили вяло текущие процессы, связанные с перестройками сообщества после усыхания части деревьев. На одном участке, где древостой был затронут усыханием в наибольшей степени (пр. пл. 3-1990), осуществляются интенсивные восстановительные процессы, при которых существенно укрепляются позиции пихты белокорой, которая в скором времени сформирует древостой со своим преобладанием.

В целом очаги усыхания находятся в относительно стабильном состоянии. Отмирание деревьев на всех участках практически прекратилось, увеличился запас древостоев (кроме одного участка, характеризуемого ельником с подлеском

Таблица 4. Отношения элементов в хвое ели аянской

Пробная площадь	N/P	N/K	N/Ca	N/Mg	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg
1-1990	25.5	1.9	1.1	9.0	0.6	3.9	6.7
3-1990	31.5	1.8	1.7	18.0	1.1	10.0	9.3
1-1992	22.4	1.7	1.7	14.0	1.0	8.2	8.2
Оптимальные отношения*	7.0–10.0	1.0–3.0	2.0–7.0	8.0–14.0	0.8–2.4	2.2–6.4	2.5–5.0

* Для *Picea abies* по [7].

из рододендрона, где не произошло существенных изменений в числе живых стволов и запаса древесины). Число деревьев на пробных площадях за годы наблюдений варьировало, но оно возросло на участках, наиболее затронутых усыханием. Все это свидетельствует об успешности процессов естественного восстановления основных лесообразователей в усохших древостоях.

В связи с отмиранием части деревьев несколько уменьшилась толщина лесной подстилки, возросла гетерогенность нижних ярусов. На всех участках выявлен острый дефицит фосфора, что могло быть в числе причин, предрасполагающих усыхание древостоев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Манько Ю.И., Гладкова Г.А. Усыхание ели в свете глобального ухудшения темнохвойных лесов. Владивосток: Дальнаука, 2001. 228 с. + 0.25 п.л. цв. вкл.
2. Манько Ю.И., Гладкова Г.А., Бутовец Г.Н., Каминская Н. Мониторинг усыхания пихтово-еловых лесов в Центральном Сихотэ-Алине // Лесоведение. 1998. № 1. С. 3–15.
3. Практикуму по агрохимии / Под ред. Минеева В.Г. М.: Изд-во МГУ, 1989. 304 с.
4. Сапожников А.П. Генетические особенности подстилок в темнохвойных лесах Дальнего Востока // Генезис, химия и биология почв Приморья и Приамурья, Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. С. 68–81.
5. Сосудистые растения Советского Дальнего Востока. Л.: Наука, 1985. Т. 1. 398 с.; 1987. Т. 2. 446 с.; 1988. Т. 3. 421 с.; 1989. Т. 4. 380 с.; 1991. Т. 5. 390 с.; 1992. Т. 6. 428 с.; 1995. Т. 7. 395 с.; 1996. Т. 8. 383 с.
6. Шавнин А.Г. Возрастное развитие ельников Приморского края // Материалы по динамике растительного покрова. Владимир: Владимирский пед. ин-т им. П.И. Лебедева-Полянского, 1968. С. 55–58.
7. Fiedler H., Thakur S. Zur Schwefelernahrung der Waldbaume und blattanalytischen Bewertung ihres Ernahrungszustandes // Beitrage fur die Forstwirtschaft (Berlin). 1984. В. 18 (2). S. 81–86.

Dynamics of Declining Fir-Spruce Forests in the Edinka River Basin (Primorskii Krai)

Yu. I. Man'ko, G. A. Gladkova, G. N. Butovets

The results obtained in the monitoring of declining the fir-spruce forests in the Edinka River basin (Primorskii Krai) based on the observations on permanent sample plots (1990–2006) are given. They allowed revealing that all three plots were characterized by the stagnant processes of forest transformation. Only on the single plot, recovery processes have been developed resulting in the predominance of *Abies nephrolepis*. The data of the observations demonstrate that *Picea* and *Abies* species are restored in the centers of the areas where tree decline.