

## Роль древесных видов в процессах функционирования ландшафтов чернопихтово-широколиственных лесов Южного Приморья

А. Г. БОЛДЕСКУЛ, Е. П. КУДРЯВЦЕВА, В. С. АРЖАНОВА

*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН  
690041, Владивосток, ул. Радио, 7  
E-mail: boldeskul@tig.dvo.ru*

Статья поступила 06.10.2014

Принята к печати 28.10.2014

### АННОТАЦИЯ

Оценена роль древесных видов в процессах функционирования низкогорных ландшафтов чернопихтово-широколиственных лесов Южного Приморья. Исследована структура лесов данной формации, а также параметры биокруговорота в основных структурно-функциональных единицах (парцеллах) чернопихтово-широколиственных лесов и почвы. Изучен макроэлементный состав ассимилирующих органов древесных растений (листья, хвоя), а также опад и подстилка. Установлено, что высокозольные лиственные виды деревьев, особенно граб и лианы, значительно увеличивают емкость и скорость биокруговорота, и, соответственно, поддерживают биопродуктивность и стабильное функционирование исследованных ландшафтов.

**Ключевые слова:** чернопихтово-широколиственные леса, парцеллярная структура, биокруговорот, зольные элементы.

Растительность является одним из важных и достаточно динамичных компонентов ландшафта, который определяет специфику и направленность процессов его функционирования. Цель работы – изучение роли древесных видов в процессах функционирования ландшафтов чернопихтово-широколиственных лесов Южного Приморья. Выполненные ранее работы [Нечаева, 1967; Костенкова, 1980] немногочисленны и касаются отдельных аспектов биокруговорота. Наши исследования проведены на основе комплексного методически нового и приоритетного подхода к изу-

чению ландшафтов, который позволил получить достаточно полные сведения о специфике процессов биокруговорота и почвообразования. Для достижения поставленной цели исследовались структура чернопихтово-широколиственных лесов, почвы, опад и подстилка, а также макроэлементный состав ассимилирующих органов древесных растений (листья, хвоя), так как они являются наиболее мобильным звеном в биокруговороте. Набор древесных видов определялся их ролью в функционировании чернопихтово-широколиственных лесов.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследований являются низкогорные ландшафты чернопихтово-широколиственных лесов. В пределах России данные леса развиты только на крайнем юге Приморского края, где и проходит северо-восточная граница их ареала в Восточной Азии. Основной ареал находится за пределами России – на сопредельных территориях северо-восточной части Китая и Корейского полуострова. Леса этой формации уникальны для России, характеризуются высокими показателями видового богатства и совершенно справедливо включены в список редких растительных сообществ Приморского края [Крестов, Верхолат, 2003]. В работе приведены результаты исследований, проведенных в 1996–2010 гг. на полуострове Муравьева-Амурского (зеленая зона г. Владивостока).

Полуостров Муравьева-Амурского входит в климатическую область муссонов умеренных широт, которая характеризуется контрастной сменой сезонной циркуляции воздушных масс и гидротермических параметров. По количеству осадков территория относится к зоне достаточного увлажнения. Среднегодовое количество осадков – 700–800 мм, из них до 80 % выпадает в теплый период года (апрель–сентябрь). Среднегодовая температура составляет 4,8 °С, сумма активных температур – 2200–2400 °С, продолжительность вегетационного периода – до 190 дней. Рельеф преимущественно низкогорный (200–400 м над ур. м.), сильно расчлененный с относительными превышениями до 100–150 м; крутизна склонов колеблется от 2 до 30°. Почвы в пределах исследованных участков развиваются на элювии гранитов.

По геоботаническому районированию Дальнего Востока [Колесников, 1961], рассматриваемая территория относится к Восточно-Азиатской хвойно-широколиственной области. Несмотря на длительное и разнообразное влияние человека на леса полуострова, чернопихтово-широколиственные леса сохранили основные типичные черты и характеризуются сложной вертикальной структурой, большой степенью горизонтальной неоднородности и высокой видовой насыщенностью.

Первый ярус образован хвойными породами (пихта цельнолистная – *Abies holophylla*

Maxim., сосна кедровая корейская – *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) и разнообразными лиственными (ясени маньчжурский и носолистный – *Fraxinus mandshurica* Rupr., *F. rhynchophylla* Hance, орех маньчжурский – *Juglans mandshurica* Maxim., дуб монгольский – *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb., диморфант семилопастной – *Kalopanax septemlobus* (Thunb.) Koidz., клены маньчжурский и мелколистный – *Acer mandshuricum* Maxim., *A. mono* Maxim., липа амурская – *Tilia amurensis* Rupr., береза ребристая – *Betula costata* Trautv. и другие); во втором ярусе: граб сердцелистный – *Carpinus cordata* Blume, клены ложнозибольдов и бородчатый – *Acer pseudosieboldianum* (Pax) Kom., *A. barbinerve* Maxim.; в подлеске: чубушник тонколистный – *Philadelphus tenuifolius* Rupr. et Maxim., дейция амурская – *Deutzia amurensis* (Regel) Airy Shaw, жимолость Маака – *Lonicera maackii* (Rupr.) Herd. и другие виды. Специфической особенностью лесов является широкое развитие лиан – винограда и актинидий острой, коломикта, полигамной (*Vitis amurensis* Rupr., *Actinidia arguta* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq., *A. kolomicta* (Maxim.) Maxim., *A. polygama* (Siebold et Zucc.) Miq.), которые часто образуют парцеллы с малым участием древесных пород [Аржанова, Кудрявцева, 2009].

В лесах отмечаются следы низовых пожаров (1909, 1930, 1941, 1968 гг.). Это привело к тому, что на склонах отсутствует возобновление хвойных (пихты цельнолистной и кедра корейского) старше 30 лет. Сплошные рубки на склонах в пределах исследованного участка не проводились, выборочно изымались наиболее крупные экземпляры [Кудрявцева, Елпатьевский, 2001].

Концептуальной основой исследований является одно из основных положений геохимии ландшафтов о пространственной геохимической сопряженности компонентов и системообразующей роли миграционных потоков вещества (химических элементов) в ландшафтах [Аржанова, Елпатьевский, 2005]. Работы выполнялись по методике “малых водосборов”. Методической основой исследований является геохимически сопряженная система: парцелла (структурно-функциональная единица биогеоценоза) [Дылис, 1978] – почвенно-геоморфологическая катена – водо-

**Характеристика основных типов парцелл чернопихтово-широколиственного леса (п-ов Муравьева-Амурского)**

№ пробной площади	Парцелла	Степень нарушенности	Доля, %	Почва
105	Чернопихтовая	Коренная	5	Бурозем типичный
97	Чернопихтово-широколиственная	Коренная, слабо нарушенная	35	То же
90, 96	Чернопихтово-кедрово-широколиственная (полидоминантная)	Коренная, сильно нарушенная	30	»
106	Чернопихтово-кедровая	Коренная, слабо нарушенная	15	»
95	Чернопихтово-дубовая	То же	10	Бурозем серогумусовый маломощный
103	Лиановая	Коренная	5	Бурозем темный

сбор первого порядка. На рассматриваемом участке изучены структура лесов и основные параметры биологического круговорота в различных парцеллах чернопихтово-широколиственного грабового типа леса. Характерной его особенностью является присутствие граба сердцелистного, образующего подчиненный ярус.

Парцеллы выделялись преимущественно по эдификаторам древесного яруса: 1) чернопихтовые, чернопихтово-кедровые – с заметным участием хвойных пород (40–55 %); 2) чернопихтово-широколиственные, с преимущественным участием многочисленных широколиственных пород (более 60 %); 3) чернопихтово-дубовые – с преобладанием дуба монгольского; 4) лиановые – с преобладанием лиан (табл. 1).

Для получения количественных характеристик по структуре древесных ярусов и оценке вклада отдельных видов в процессы биогеохимического круговорота закладывались временные пробные площади размером 40 × 40 м (в некоторых случаях 40 × 30 м). Закладка и обработка данных по пробным площадям проводились по стандартной методике [Программа..., 1974]. При выявлении видового состава сообщества основное внимание уделялось составу дендрофлоры (деревья, кустарники, древесные лианы) как основному поставщику листового опада в лесных формациях [Сапожников и др., 1993].

Для оценки участия каждого древесного вида в строении древостоя использовался процент площади сечения стволов от общей площади. Считаем, что этот показатель ха-

рактеризует долю участия вида в использовании жизненного пространства.

Для количественной оценки годового опада выполнялся отбор проб в течение 3–4 лет осенью (после осеннего листопада) с фиксированных площадей 0,25 или 0,5 м<sup>2</sup> в двух повторностях на каждом участке. Подстилка отбиралась также в двух повторностях с площади 0,25 м<sup>2</sup> при копке почвенных разрезов (июль – август). Для определения макроэлементного состава фотосинтезирующих органов растений (зеленые листья и хвоя) пробы отбирались во второй половине лета (август – первая половина сентября) по общепринятым методам [Базилевич и др., 1978]. Всего проанализировано 72 пробы опавов и подстилок и 100 проб фотосинтезирующих органов (зеленые листья, хвоя). Определение зольности растительного материала выполнено методом сухого озоления при  $T = 450$  °С. Зольный анализ выполнен по стандартной методике [Поповцева, 1974]. Почвы изучались по общепринятым методикам.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Чернопихтово-широколиственные леса полидоминантны и разновозрастны, и, как следствие, имеют сложную вертикальную и горизонтальную структуры. Для коренных лесов всей формации характерна разновозрастность древостоев, в составе ненарушенных насаждений представлены обычно пихты 2–3 поколений с разницей в возрасте до 120 лет [Васильев, Колесников, 1962]. Выделенные парцеллы соответствуют разным

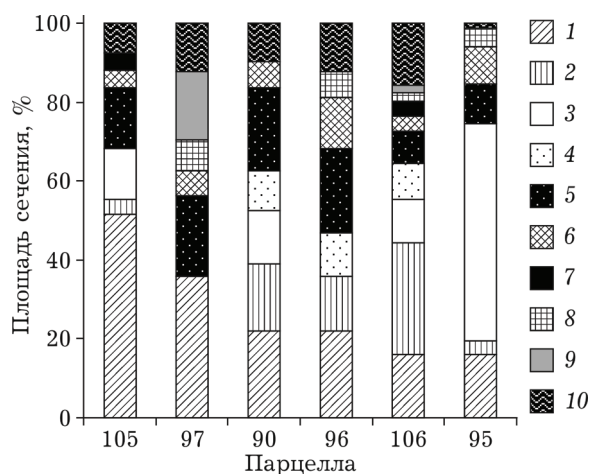


Рис. 1. Площади сечения стволов (% от общей на пробе) в основных парцеллах: 105 – чернопихтовая; 97 – чернопихтово-широколиственная; 90, 96 – чернопихтово-кедрово-широколиственные; 106 – чернопихтово-кедровая; 95 – чернопихтово-дубовая. 1 – пихта цельнолистная, 2 – сосна кедровая корейская, 3 – дуб монгольский, 4 – ясени (носолистный, маньчжурский); 5 – граб сердцелистный; 6 – клены (мелколистный, ложнозибольдов); 7 – липа амурская; 8 – диморфант семилопастной; 9 – береза ребристая; 10 – прочие лиственные виды

возрастными стадиям развития чернопихтово-широколиственного леса и степени их нарушенности. Лиановая парцелла (т. 103) рассматривается как коренная (см. табл. 1).

Чернопихтово-широколиственные леса характеризуются высоким уровнем видового богатства. В исследованном типе леса выявлено 43 вида дендрофлоры. По парцеллам число видов заметно различается: в чернопихтовой встречается 20 видов, в чернопихтово-широколиственной и чернопихтово-кедровой – 26, а в полидоминантной широколиственной число видов дендрофлоры возрастает до 35. На рис. 1 показаны виды, доля участия которых в древостое по площади сечения стволов выше 3 %.

Обычно при характеристике дальневосточных неморальных хвойно-широколиственных лесов крупные древесные лианы (актинидии, виноград амурский, лимонник китайский) упоминаются как экзотический элемент. Однако при исследованиях на полуострове Муравьева-Амурского нами установлено, что вклад лиан в функционирование и биокруговорот чернопихтово-широколиственных лесов значителен [Кудрявцева, Елпатьевский, 2001;

Аржанова, Кудрявцева, 2009]. Плотность побегов актинидии острой в чернопихтовом грабовом лесу на полуострове достигает 60 экз./га. Широкое развитие лиан является специфической особенностью неморальных хвойно-широколиственных лесов. Лиановые парцеллы присутствуют в структуре этих лесов не как эфемерные, но как длительно существующие наряду с хвойными, полидоминантными, дубовыми и другими типами парцелл. Разрастание актинидии тесно связано с зарастанием “окон” в основном пологом древостоя, образование которых, в свою очередь, обусловлено вывалом деревьев из основного – первого яруса (ветровалы, возрастной предел).

Крупные древесные лианы являются долго живущими организмами, для актинидии коломикта указывается возраст до 200 лет [Комарова и др., 2012]. Конкретных данных о предельном возрасте актинидии острой в литературных источниках обнаружить не удалось. Возраст побегов актинидии острой в изученных парцеллах достигает 110 лет (определен на спилах сухих побегов), т. е. сопоставим с возрастом древесных пород второго яруса [Кудрявцева, Елпатьевский, 2001; Аржанова, Кудрявцева, 2009] (рис. 2).

Для анализа роли растительности в процессах функционирования ландшафтов важно определить вклад различных древесных видов в круговорот зольных элементов. Наиболее информативным для изучения “расходной” статьи биокруговорота при продуцировании биомассы является исследование фо-

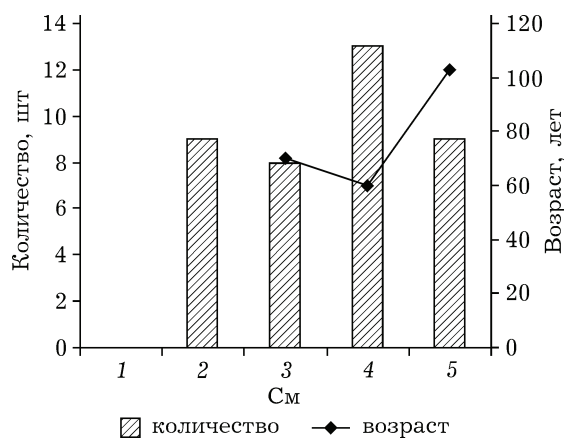


Рис. 2. Распределение побегов актинидии острой по диаметрам толщины и их возраст в лиановой парцелле (пробная площадь 25 м<sup>2</sup>)

Зольный состав фотосинтезирующих органов (листья, хвоя) древесных видов

Растение	Зольность	Элементы					
		Ca	K	Mg	P	Si	Na
Актинидии (острая, полигамная, коломикта)	12,0* ± 2,0 (14)	2,54 ± 0,80	1,57 ± 0,24	0,57 ± 0,13	0,17 ± 0,09	0,07 ± 0,06	0,023 ± 0,008
Диморфант семилепестной	9,4 ± 1,5 (6)	2,55 ± 0,77	0,97 ± 0,41	0,25 ± 0,11	0,12 ± 0,03	0,05 ± 0,01	0,032 ± 0,017
Орех маньчжурский	8,8 ± 0,8 (7)	1,77 ± 0,49	1,45 ± 0,51	0,29 ± 0,11	0,19 ± 0,09	0,08 ± 0,02	0,019 ± 0,004
Ясень носолистный	8,1 ± 1,5 (9)	1,51 ± 0,56	1,35 ± 0,40	0,25 ± 0,08	0,16 ± 0,04	0,12 ± 0,06	0,014 ± 0,006
Клены (мелколистный, маньчжурский)	7,4 ± 1,0 (11)	1,51 ± 0,42	0,76 ± 0,15	0,25 ± 0,07	0,13 ± 0,03	0,38 ± 0,28	0,020 ± 0,07
Граб сердцелистный	6,7 ± 0,4 (13)	1,57 ± 0,22	0,66 ± 0,12	0,32 ± 0,08	0,15 ± 0,03	0,20 ± 0,11	0,035 ± 0,017
Дуб монгольский	5,7 ± 1,1 (10)	0,68 ± 0,15	1,24 ± 0,42	0,18 ± 0,02	0,21 ± 0,03	0,18 ± 0,14	0,025 ± 0,014
Клен ложнозибольдов	4,9 ± 0,7 (7)	0,78 ± 0,19	0,47 ± 0,16	0,25 ± 0,04	0,12 ± 0,05	0,30 ± 0,26	0,015 ± 0,005
Пихта цельнолистная	3,8 ± 0,5 (12)	0,72 ± 0,28	0,44 ± 0,19	0,13 ± 0,04	0,11 ± 0,03	0,07 ± 0,04	0,015 ± 0,009
Сосна кедровая корейская	2,4 ± 0,2 (11)	0,24 ± 0,06	0,44 ± 0,12	0,13 ± 0,03	0,14 ± 0,03	0,06 ± 0,04	0,006 ± 0,003

П р и м е ч а н и е. Значения приведены в % на абсолютно сухое вещество: \* – среднее значение ± стандартное отклонение, в скобках – количество образцов.

тосинтезирующих органов древесных растений в фазу полного прироста (август).

Полученные данные по составу ассимиляционных органов доминантных древесных видов растений позволяют разделить их на три группы: высокозольные (более 8 %), среднезольные (5–8 %) и низкокзольные (менее 5 %). Максимальной зольностью обладают листья актинидий (12 %). К группе низкокзольных растений относятся хвойные – пихта цельнолистная и кедр корейский. Следует отметить обилие в составе парцелл древесных видов с высокой (более 8 %) зольностью фотосинтезирующих органов (табл. 2). По площади сечения стволов доля диморфанта в исследованных парцеллах составляет от 6,5 % (т. 96) до 7,6 % (т. 97), ясеня носолистного – 5,7 %, ясеня маньчжурского 5 % (т. 96). Доля участия клена мелколистного изменяется от 1,8 % (т. 105) до 8,1 % (т. 96). Доля дуба составляет 12,9–13,5 %, и он встречается во всех исследованных парцеллах. Во всех парцеллах отмечается и граб сердцелистный, доля его участия изменяется от 7,9 до 21 % (см. рис. 1). Проведенными ранее исследованиями установлено, что граб сердцелистный, имеющий среднюю зольность 6,7 %, способствует значительному увеличению интенсивности биокруговорота [Елпатьевский и др., 2000]. Специфической особенностью биокру-

говорота в парцеллах с участием лиан выступает потребление до 30 % живой биомассы актинидий узко специализированными фитофагами – личинками и имаго жука *Agelasa nigriceps* Motsch, поэтому материал в составе экскретов поступает на почву уже “подготовленным” к включению в процесс гумусообразования [Елпатьевский и др., 2002; Болдескул, Елпатьевский, 2006].

В соответствии с процессами метаболизма высших растений в условиях муссонного климата соотношение макроэлементов в фотосинтезирующих органах изученных видов однотипно, хотя концентрации заметно различаются (см. табл. 2). Основными зольными элементами в составе листьев и хвои изученных видов являются кальций и калий, затем идут магний и фосфор, кремний, и завершает ряд натрий. Этот ряд характерен для большинства изученных видов: актинидий, диморфанта, ореха, ясеня, граба, пихты. Для всех изученных видов кленов характерно перемещение кремния на третью позицию. У дуба монгольского и кедра корейского концентрационный ряд элементов имеет следующий вид: K > Ca > P > Mg > Si > Na (причем калий преобладает над кальцием до двух раз).

В наземных частях растений существуют физиологические барьеры, препятствующие



избыточному накоплению элементов. Все макрокомпоненты являются “фонобарьерными элементами”, т. е. содержание их в наземных частях растений мало зависит от содержания в почве, а определяется в большей степени биологическими и физиологическими особенностями видов [Ковалевский, 1991]. В результате исследований макроэлементного состава ассимиляционных частей растений, отобранных на участках, отличающихся по ряду факторов, мы получили сопоставимые и статистически достоверные данные для основных древесных пород чернопихтово-широколиственных лесов (см. табл. 2).

Одним из основных показателей биогеохимической миграции является количество зольных элементов, поступающих с опадом и накапливающихся в подстилке. Проведенные исследования в горных лесах Южного Сихотэ-Алиня [Нечаева, 1967; Костенкова, 1980; Сапожников и др., 1993; Елпатьевский, 2000; Кудрявцева, Елпатьевский, 2001] показали, что состав, масса и характер поступления опада в почву определяют направленность почвообразовательного процесса, что является общей закономерностью [Родин, Базилевич, 1965]. Установлено, что листовые породы более высокозольны, чем хвойные, и, следовательно, их преобладание ускоряет биокруговорот, и гумусообразование идет более интенсивно.

Парцеллярная структура лесов обуславливает значительные различия в интенсивности и специфике биокруговорота. Различия показателей биокруговорота мы связываем, прежде всего, со структурой парцелл (см. рис. 1). Осеннее поступление вещества в изучаемых

парцеллах составляет от 320 до 540 г/м<sup>2</sup> (табл. 3), т. е. характеризуется значительной пространственной изменчивостью. Минимальные значения опада отмечаются в чернопихтовой парцелле, где доля хвойной фракции составляет 48 %. Количество опада, поступающее в чернопихтовой парцелле, сопоставимо с количеством опада в темнохвойных еловых лесах [Сапожников и др., 1993].

Максимальное количество опада отмечается в чернопихтово-дубовой парцелле. Структура опада в исследованных парцеллах имеет следующие особенности: доля листьев граба в опаде изменяется от 30 (т. 95) до 44 % (т. 105), таким образом, можно считать граб сердцелистный ведущим поставщиком зольных элементов; доля участия хвои изменяется от 12 (т. 96) до 45 % (т. 105). Также в опаде присутствуют листья дуба – от 12 (т. 105) до 45 % (т. 95), ясеней, березы, доля опада лиан составляет 28 % (т. 106) (рис. 3). В прямой зависимости от структуры опада находится зольность поступающего листового материала и скорость его разложения (см. табл. 3). Оподно-подстилочный коэффициент составляет 3–3,5 в хвойных парцеллах и менее 1 – в лиановых. Остальные изученные парцеллы занимают промежуточное положение по скорости и емкости круговорота.

Результатом парцеллярной структуры является также мозаичность почвенного покрова: буроземы различаются (на уровне подтипа) по морфологии, органогенной составляющей (тип гумусового профиля и запасы гумуса) и ряду других физико-химических свойств. Биотический блок является одним из основных, определяющих направленность и

Т а б л и ц а 3

Основные показатели биокруговорота в парцеллах чернопихтово-широколиственного грабового типа леса, г/м<sup>2</sup>

Парцелла	Поступление (опад)		Запасы (подстилка)		Коэффициент подстилка/опад
	сухое вещество	зола	сухое вещество	зола	
Чернопихтовая	320*	21	956	188	3,0
Чернопихтово-широколиственная	373	28	852	128	2,3
Чернопихтово-кедрово-широколиственная	334	22	857	126	2,6
Чернопихтово-кедровая	436	26	1089	181	2,5
Чернопихтово-дубовая	538	37	1150	163	2,1
Лиановая	389	31	350	47	<1

\* Приведены средние значения всех показателей, коэффициент вариации составляет 15–25 %.

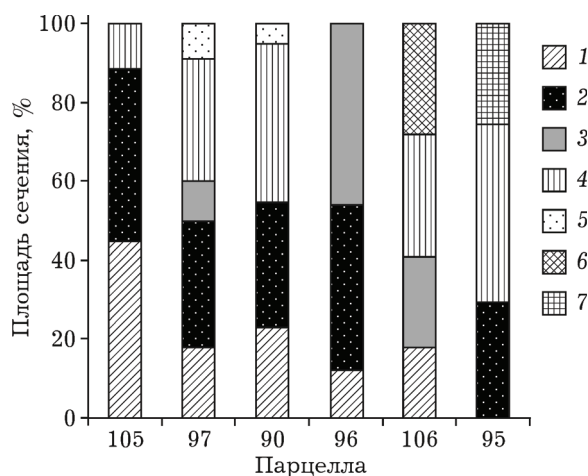


Рис. 3. Структура листового опада в основных парцеллах: 1 – пихта и кедр корейский, 2 – граб, клены, 3 – береза, липа, 4 – дуб, 5 – ясени, 6 – актинидии, 7 – диморфант. Названия парцелл приведены на рис. 1

высокую скорость протекания почвообразовательных процессов в низкогорных ландшафтах южно-приморских чернопихтово-широколиственных лесов (см. табл. 3).

Почвы парцелл различаются по интенсивности проявления элементарных почвообразовательных процессов. Во-первых, основное отличие буроземов парцелл заключается в мощности гумусового горизонта, которая может составлять от 5–7 см в хвойных парцеллах до 15–25 см в лиановых. Во-вторых, содержание  $C_{орг}$  не только варьирует от 5–6 % в хвойных до 10–15 % в лиановых парцеллах, но и с глубиной уменьшается с разной скоростью: в лиановых парцеллах, расположенных на выположенных водоразделах, гумусовые вещества проникают на глубину 80–90 см ( $C_{орг} > 1\%$ ), в то время как в чернопихтовых парцеллах уже на глубине 30–40 см  $C_{орг} < 1\%$  [Болдескул, Елпатьевский, 2006].

Таким образом, в лиановых парцеллах, для которых характерны наиболее высокие параметры биокруговорота, формируются высокогумусные насыщенные буроземы с большим запасом биофильных элементов – это буроземы темные по современной классификации [Классификация..., 2004]. Для хвойно-широколиственных парцелл характерны типичные буроземы с более высоким содержанием гумуса и биофильных элементов. В хвойных парцеллах биокруговорот заторможен и формируются

кислые ненасыщенные буроземы с низким содержанием гумуса. Лиановые и чернопихтовые парцеллы выступают как крайние, контрастные варианты существующих типов биокруговорота в ландшафтах чернопихтово-широколиственных лесов [Елпатьевский, 1998; Болдескул, Елпатьевский, 2006].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Парцеллярная структура лесов обуславливает значительные различия в интенсивности и специфике биокруговорота, для которого важны сочетания доминирующих видов. В этом аспекте необходимо отметить важную роль всех лиственных пород, зольность фотосинтезирующих органов и листового опада которых выше 5 %. Преобладание в золе, в первую очередь, кальция является компенсаторным механизмом биокруговорота зольных элементов, особенно в парцеллах с малым объемом биокруговорота (хвойные парцеллы). Высокозольные лиственные древесные растения и особенно лианы значительно увеличивают емкость и скорость биокруговорота, следовательно, поддерживают биопродуктивность и стабильное функционирование ландшафтов чернопихтово-широколиственных лесов в условиях Южного Приморья. Установленные закономерности достаточно четко прослеживаются и характеризуют условия формирования и развития почв в исследуемых ландшафтах.

При изучении циклов таких биофильных элементов, как кальций и фосфор в ландшафтах чернопихтово-широколиственных лесов, установлено, что система почва–растение интенсивно удерживает эти элементы, препятствуя их выносу с природными водами [Elpatyevskaya, 2001; Болдескул, 2002]. Полученные новые данные об элементном составе растений свидетельствуют о том, что высокозольные виды выступают одним из основных факторов, препятствующих выносу элементов за пределы естественных ландшафтов. Таким образом, парцеллярная структура обеспечивает устойчивость изученной лесной формации в целом.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 09-05-00320 и ДВО РАН № 11-III-B-09-232.

## ЛИТЕРАТУРА

- Аржанова В. С., Елпатьевский П. В. Геохимия, функционирование и динамика горных геосистем Сихотэ-Алиня (юг Дальнего Востока России). Владивосток: Дальнаука, 2005. 253 с.
- Аржанова В. С., Кудрявцева Е. П. Чернопихово-широколиственные леса российского Дальнего Востока: структура и функционирование // Леса Российского Дальнего Востока: 150 лет изучения: мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию со дня рождения чл.-кор. РАН Б. П. Колесникова. Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 92–96.
- Базилевич Н. И., Титлянова А. А., Смирнов В. В. и др. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. М.: Мысль, 1978. 184 с.
- Болдескул А. Г. Формы фосфора в буроземах чернопихово-широколиственных лесов юга Приморья // Почвоведение. 2002. № 1. С. 78–86.
- Болдескул А. Г., Елпатьевский П. В. Почвообразование и биогеохимия чернопихово-широколиственных лесов юга Приморья // Географические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука, 2006. Ч. II: Итоги и перспективы. 2001–2005. С. 144–153.
- Васильев Н. Г., Колесников Б. П. Чернопихово-широколиственные леса южного Приморья: Тр. ДВФ АН СССР. Серия бот. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. Т. 8 (10). 148 с.
- Дылис Н. В. Основы биогеоценологии. М.: Изд-во МГУ, 1978. 152 с.
- Елпатьевский П. В. Запасы и динамика подвижных форм фосфора в буроземах южно-приморских лесов Дальнего Востока // Почвоведение. 1998. № 1. С. 60–66.
- Елпатьевский П. В. Роль граба в биокруговороте зольных элементов чернопихово-широколиственных лесов // Растения муссонного климата: тез. II Междунар. конф. “Растения в муссонном климате”. Владивосток: Дальнаука, 2000. С. 75–76.
- Елпатьевский П. В., Болдескул А. Г., Аржанова В. С. Особенности почвообразования под лианами на юге Дальнего Востока // Биогеография почв: тез. докл. Междунар. конф. Сыктывкар, 2002. С. 15–16.
- Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
- Ковалевский А. П. Биогеохимия растений. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 294 с.
- Колесников Б. П. Растительность // Дальний Восток. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 183–245.
- Комарова Т. А., Орехова Т. П., Приходько О. Ю. Кустарники и деревянистые лианы Южного Сихотэ-Алиня: экологическая толерантность, развитие и продуктивность. Владивосток: Дальнаука, 2012. 203 с.
- Костенкова А. Ф. Особенности биологического круговорота веществ в почвах геохимических сопряженных биогеоценозов южного Приморья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1980. 24 с.
- Крестов П. В., Верховат В. П. Редкие растительные сообщества Приморья и Приамурья. Владивосток: ДВО РАН, 2003. 200 с.
- Кудрявцева Е. П., Елпатьевский П. В. Элементы структуры, биокруговорота и педогенеза в лесах полуострова Муравьева-Амурского // Классификация и динамика лесов Дальнего Востока: мат-лы Междунар. конф. Владивосток: Дальнаука, 2001. С. 37–39.
- Нечаева Е. Г. Зольный состав органического опада некоторых типов леса Супутинского заповедника // Комплексные стационарные исследования лесов Приморья. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1967. С. 70–75.
- Поповцева А. А. Методическое руководство по ускоренному анализу золы растений. Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, Ин-т биологии, 1974. 82 с.
- Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1974. 404 с.
- Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. М.; Л.: Наука, 1965. 253 с.
- Сапожников А. П., Селиванова Г. А., Ильина Т. М. и др. Почвообразование и особенности биологического круговорота веществ в горных лесах Южного Сихотэ-Алиня (на примере Верхнеуссурийского стационара). Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1993. 269 с.
- Elpatyevskaya V. P. Biogeochemistry of Ca in temperate mixed hardwoods in the Russian Far East // Water-Rock Interaction 2001 / ed. Cidu. Lisse: Swets & Zeitlinger, 2001. P. 1433–1436.

## The Role of Arboreal Species in the Functioning of Needle-fir Broad-Leaved Forest Landscapes of the Southern Primorye

A. G. BOLDESKUL, E. P. KUDRYAVTSEVA, V. S. ARZHANOVA

*Pacific Geographical Institute FEB RAS  
690041, Vladivostok, Radio str., 7  
E-mail: boldeskul@tig.dvo.ru*

The role of arboreal species in the functioning of lowland needle-fir broad-leaved forest landscapes of the southern Primorye was estimated. Forest stand structure as well as biocycle parameters (measured in main structure-functional points called parcels) of the needle-fir-broad-leaved forests and soils were investigated. The macroelemental composition of assimilating organs of trees (leaves and needles) and characteristics of leaf fall and litter were studied. It was established that broad-leaved trees with high ash content, especially hornbeam and Actinidia, significantly increase the capacity and speed of the biocycle. Therefore, such trees support the biological productivity and stable functioning of the studied landscapes.

**Key words:** needle fir-broad leaved forests, parcel structure, biocycle, ash elements.