DOI 10.21178/2079-6080.2016.2.16
УДК 630*181.9

Запасы валежа в естественных насаждениях хвойно-широколиственных лесов южного Приморья

© А.В. Иванов, О.Ю. Приходько, Р.В. Демченко

Windfall stock in the natural stands of mixed coniferous and deciduous forests in the South of Primorye

A.V. Ivanov, O.U. Prihodko, R.V. Demchenko (FSBEI HE «Primorskaya State Academy of Agriculture»)

Field measurements of windfall stock including the stages of decomposition are carried out for the coniferous and deciduous forests of the forest area belonging to Primorskaya State Academy of Agriculture (PSAA) located in the southern part of Primorskiy krai (the Far East). The accounting of the windfall fragments was performed using the method of linear transects with the simultaneous inventory description of temporary sample plots. Fluctuations of windfall wood stocks in 12 sample plots are within 16,9-83,3 m³/ha, which averaged 17% of the total wood stock. The average value of the windfall carbon pool was calculated (8,3 t C/ha) using the coefficient for the transfer of the windfall amount into the mass of carbon. Significant correlations of windfall stock with the stand age and density were obtained ($r^2=0,74$ и $r^2=0,52$ relatively). The windfall distribution by age ranging from 80 to 180 years is a fragment of U-shaped curve that coincide with well known published data. It is shown that the biggest part of the windfall is concentrated in the fragments of decomposition stages 3-5 and the carbon stock by 83% is provided by fragments of decomposition stages 1-3 due to the significant loss of density. Forest plot of PSAA (area covered by prevailing Korean cedar plantings – 6333,5 ha) was chosen as a model area. In the windfall of the forest stand of the model territory 36,2 thousand tons of carbon are concentrated. It makes 3% from total amount of all carbon pulls of examined stands. The windfall carbon pull, calculated for the same area with using software system for regional assessment of forest carbon stock, was 34,8 thousand tons C.

Key words: big wood waste, windfall, carbon stock, cedar forest, decomposition.

Запасы валежа в естественных насаждениях хвойно-широколиственных лесов южного Приморья

А.В. Иванов, О.Ю. Приходько, Р.В. Демченко

Для хвойно-широколиственных лесов лесного участка Приморской государственной сельскохозяйственной академии (ПГСХА), расположенного в южной части Приморского края (Дальний Восток), проведены натурные измерения запасов валежа с учётом стадий разложения. Учёт фрагментов валежа проводили методом линейных трансект с одновременным таксационным описанием временных пробных площадей. Колебания запаса валежной древесины по 12 пробным площадям находятся в пределах 16,9–83,3 м³/га, что в среднем составило 17% от запаса сырораствующей древесины. С использованием коэффициентов для перевода объёма валежа в массу углерода была рассчитана средняя величина пула углерода валежа — 8,3 т С/га. Получены значимые корреляции запаса валежа с возрастом и густотой насаждения ($r^2=0,74$ и $r^2=0,52$ соответственно). Распределение валежа по возрасту в интервале 80–180 лет представляет собой фрагмент U-образной кривой, что согласуется с известными из литературы сведениями. Показано, что большая часть объёма валежа сосредоточена в фрагментах III–V стадий разложения, а запас углерода на 83% обеспечивается фрагментами I–III стадий разложения вследствие значительной потери плотности по мере деструкции. В качестве модельной территории был выбран лесной участок ПГСХА (площадь, покрытая насаждениями с господством кедра корейского — 6333,5 га). В валеже лесных насаждений модельной территории сосредоточено 36,2 тыс. т С, что составило 3% от суммы всех пулов углерода. Пул углерода валежа, рассчитанный для той же площади с использованием программного обеспечения системы региональной оценки бюджета углерода лесов (РОБУЛ), составил 34,8 тыс. т С.

Ключевые слова: крупные древесные остатки, валеж, запас углерода, кедровые леса, разложение.

Иванов Александр Викторович — доцент, канд. с.-х. наук
E-mail: aleksandrvgg86@mail.ru

Приходько Ольга Юрьевна — доцент, канд. биол. наук

Демченко Руслан Владимирович — студент

ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»
692510, Приморский край, г. Уссурийск, пр. Блюхера, д. 44
Тел.: 8(4234)265460

Введение

Согласно современным представлениям об углеродном цикле лесов крупные древесные остатки (КДО) учитываются как основной пул углерода, наряду с почвой, фитомассой и лесной подстилкой [19]. По экспертным оценкам [2] сток углерода в леса России составляет 0,1–0,7 Гт С/год. В одной из последних оценок, выполненных А.З. Швиденко, в лесные экосистемы России ежегодно стекает $0,546 \pm 0,120$ Гт С [26]. Существенный вклад в эмиссионный поток углерода в атмосферу вносит биогенное разложение КДО. По данным Д.Г. Замолодчикова, сток углерода в управляемые леса России с учётом эмиссий от разложения КДО в $0,324$ Гт С/год уточняется до $0,204$ Гт С/год [5]. Таким образом, возросший в последние годы интерес исследователей к изучению запасов валежа в лесах и процессам его разложения связан со стремлением уменьшить неопределённость при оценке углерододепонирующей способности лесов. Важная функция КДО, связанная с балансом углерода, состоит в их способности длительное время удерживать аккумулированный углерод после деструктивных нарушений [22, 23].

Доля крупных древесных остатков (называемых также фитодетритом) по отношению к фитомассе насаждения может меняться от 3 до 100% [31]. Большие запасы КДО (более $150 \text{ м}^3/\text{га}$), как правило, связаны с деструктивными нарушениями естественных циклов развития лесных фитоценозов. Однако отсутствие таких нарушений приводит к накоплению к возрасту спелости в лесах умеренной и бореальной зон фитодетрита в объеме $50\text{--}150 \text{ м}^3/\text{га}$ [27]. Запас КДО во многом определяется интенсивностью лесохозяйственной деятельности. В управляемых лесах с высокой интенсивностью лесозексплуатации запас КДО не превышает $15 \text{ м}^3/\text{га}$ [27]. Пространственное распределение КДО на вырубках имеет свою специфику, связанную с особенностями технологий разработки

лесосек [18].

Формирование пула КДО определяется тремя процессами — отпадом, разложением и нарушениями структуры древостоев [9, 27]. При анализе закономерностей динамики запаса фитодетрита и углерода, содержащегося в нём, принимаются во внимание следующие наиболее важные параметры: состав древостоя, возраст, запас сырорастающей древесины, история предшествовавших нарушений, степень антропогенной нагрузки [5, 10, 27]. КДО представлены в лесном насаждении двумя фракциями — сухостоем и валежом. В лесах Костромской области на долю валежа приходится 45,0–61,9% запаса углерода [6]. Для управляемых лесов России Д.Г. Замолодчиковым [4] показано, что 58–79% углерода КДО сосредоточено в валеже, что согласуется с соотношением, найденным А.З. Швиденко: 61% — валеж и 39% — сухостой [27].

Валеж представляет собой деревья и части их стволов, лежащие на поверхности почвы и в толще лесной подстилки. Деструкция валежной древесины происходит в основном микогенным путём, который включается в экосистемный круговорот минеральных элементов [20]. Д.В. Карелиным выделены основные факторы, определяющие скорость разложения валежа: вид дерева, константы дефрагментации и минерализации, причина смерти дерева, период потери 50% исходной массы фрагмента валежа, начальные и конечные значения базисной плотности [10].

Обработка базы данных по КДО, содержащей 588 строк, позволила получить достоверные математические модели, описывающие динамику пулов КДО [10]. Наиболее точно потеря массы КДО описывается функцией трёх переменных — период разложения, диаметр фрагмента и коэффициент увлажнения ($r^2=0,7$) [5]. В насаждениях с естественной динамикой возрастное распределение КДО имеет форму U-образной кривой, когда максимум запаса фитодетрита приходится на стадию молодняка, где валеж образован в

ходе разрушения предшествовавшего насаждения, и перестойную стадию, на которой доля валежа возрастает в ходе естественного выпадения поколения древостоя [6, 25, 27].

Оценки запасов КДО, выполненные по результатам натурных измерений, крайне малочисленны для региона Дальнего Востока [13, 16, 30], что обосновывает актуальность настоящей работы.

Постановка целей и задач исследования

Цель работы — определить запасы валежа в хвойно-широколиственных лесах южной части Приморского края с учётом стадий его разложения.

Задачи, решаемые в ходе исследования:

- выбор участков, закладка временных пробных площадей (ВПП);
- таксация насаждений на ВПП с определением возраста;
- измерение параметров фрагментов валежа на линейных трансектах;
- определение запасов валежа и содержащегося в нем углерода на выбранных участках;
- анализ полученных данных.

Объекты и методы исследования

Работа выполнялась на территории лесного участка Приморской государственной сельскохозяйственной академии (ПГСХА), находящегося в бессрочном пользовании [7, 11]. Площадь участка — 28830,7 га. Территория участка характеризуется разнообразием условий местопроизрастания, наличием значительных площадей хвойно-широколиственных лесов, густой сетью рек и ручьев, перепадом высот 100–500 м над уровнем моря. Восточная часть участка граничит с государственным Уссурийским заповедником им. В.Л. Комарова (протяжённость общей границы 32 км). По лесорастительному районированию Дальнего Востока [28] лесной участок ПГСХА, расположенный на территории Уссурийского лесничества, находится на сты-

ке Амуро-Уссурийского, Южно-Сихотэ-Алинского и Хасан-Ханкайского лесорастительных округов. Климат носит муссонный характер. Он формируется под влиянием Тихого океана (летом) и холодных масс воздуха, проникающих с Монголо-Тибетского плато и Якутии (зимой). Среднегодовая температура воздуха 2,5 °С, Среднегодовое количество осадков колеблется от 620 до 890 мм. Относительная влажность воздуха 75–80% [15]. В целом по лесному участку преобладают насаждения, образованные дубом монгольским (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.), занимающие 36,4% лесопокрытой площади, хвойные типы леса составляют 38,2%, в том числе кедровые — 23,7%. В возрастной структуре насаждений лесного участка доминируют средневозрастные и приспевающие насаждения.

Наиболее распространены высокополнотные древостои с полнотой 0,6–0,8. В целом леса характеризуются средней продуктивностью, доминируют насаждения IV класса бонитета.

Наряду с прочими научно-исследовательскими работами с 2012 г. на территории лесного участка ПГСХА совместно с коллегами из МГУ им. М.В. Ломоносова (биологический факультет) выполняются исследования бюджета углерода лесов [7, 30].

Запасы валежа изучались в формации кедровых лесов, где наряду с кедром корейским (*Pinus koraiensis* Siebold & Zucc.) в составе насаждений участвует пихта цельнолистная (*Abies holophylla* Maxim.). Выбор кедровников в качестве объекта исследований обоснован, с одной стороны, их важными экосистемными функциями в регионе [12], с другой — значительной площадью — 2,1 млн га в Приморском крае. Кедровые леса южной части Дальнего Востока являются смешанными по составу и сложными по форме [14]. Площадь насаждений с господством кедра корейского составляет на лесном участке ПГСХА 6835 га (рис. 1).

Рис. 1. Кедровые насаждения лесного участка ПГСХА

Полевые работы проводились в 2014 и 2015 гг. По материалам лесоустройства отбирались потенциальные участки для определения запасов валежа, затем на местности из них были выбраны наиболее отличающиеся по возрасту. В 2014 г. заложено 5 ВПП (без разделения на стадии разложения); в 2015 г. — 8 ВПП. Пробные площади имели размер 50×50 м (0,25 га), на каждой из них выполняли сплошной перебор деревьев по 4-см ступеням толщины. Разряд высот для кедров на всех участках составил IV [21].

Учёт валежа выполняли по методу В.И. Грабовского (Грабовский) на трансектах длиной 200 м на каждой ВПП (по периметру). Учитывались фрагменты валежа диаметром более 2 см, у каждого фрагмента измеряли максимальный и минимальный диаметры и длину, указывалась порода и стадия разложения. Стадии разложения выделяли по методикам Р.Ф. Трейфельда [24] и М.Е. Тарасова [23]: первая стадия — сохраняются тонкие ветви, в древесине отсутствует гниль; вторая стадия — сохраняется кора, тонкие ветви утеряны, ствол может быть покрыт мхами и лишайни-

ками; третья стадия — кора сохраняется фрагментарно, остаются ветви лишь 1-2 порядков, возможно возникновение ядровых гилей; четвертая стадия — кора почти полностью отсутствует, длина ветвей 1-го порядка меньше диаметра ствола; пятая стадия — отсутствует структурная целостность, фрагмент валежа теряет первоначальную форму.

Для каждой пороодно-стадии валежа с помощью специального программного обеспечения вычислялись: запас валежа, площадь поверхности валежа, содержание углерода [1]. При этом массовая доля углерода в древесине любой стадии разложения была принята за 50%. Содержание углерода по запасу валежа вычислялось с использованием данных об удельной массе древесины на каждой стадии разложения [31]. Полученные данные обрабатывались с использованием пакетов MS Excel и Statistica.

Результаты и обсуждение

Таксационные характеристики временных пробных площадей представлены в таблице. Первые 4 ВПП заложены в 2014 г., когда

валёж определяли на участках в разных частях склона, поэтому в перечень попали два пойменных участка (ВПП1 и ВПП3). Все описанные насаждения находятся в зоне кедрово-чернопихтовых лесов, и представляют собой ту или иную стадию развития хвойно-широколиственного леса. Пробными площадями охвачен диапазон возраста 87-175 лет. Кедровники в стадии молодняка на территории лесного участка ПГСХА отсутствуют. Это связано

с длительным отсутствием деструктивных нарушений. В частности, рубки лесных насаждений главного пользования в регионе проводятся в основном в форме выборочных (кедр, пихта, орех, бархат занесены в список пород, заготовка древесины которых запрещена). В интервале 1990-2006 гг. на территории участка велись лесозаготовки, однако согласно материалам лесоустройства интенсивность рубок здесь не превышала 30%.

Таблица

Основные таксационные характеристики временных пробных площадей

№ ПП	Состав древостоя	<i>D</i> , см	<i>G</i> , м ² /га	<i>M</i> , м ³ /га	<i>N</i> , шт./га	<i>A</i> , лет
1	3Я2К2Ор2Кл1Лп+Ия,Ма,Ол,Тр	27,4	27,4	255,6	680	-
2	3К3Лп3Д1Кл+П,Клз	19,1	37,4	355,7	692	124
3	7Д1К1Лп1Ил+Кл,Клз	41,0	35,4	339,1	668	-
4	3Ия2Кл1Лп1Ор1К1П1Я+Д,Бх,Тр	24,3	25,9	228,7	712	-
5	4К2П1Бж1Лп1Кл1Г+Ия,Тр,Я,Бх,Ос,Д,Ол,Ор	36,9	36,8	264,3	496	151
6	4К1П2Лп1Я1Кл1Бж+Ия,Д,Ма,Кп,Тр,Чер	33,3	49,0	337,2	664	87
7	5К1П1Д1Лп1Кл1Г+Ия,Тр,Я,Бх	41,9	45,1	340,0	496	149
8	5П3К1Д1Я+Лп,Кл,Клз,Бж,Ма,Г,Бб,Бх,Тр,	41,1	29,0	261,2	452	133
9	4П3К2Кл1Д+Лп,Я,Бх,Г,Ма,Чм	42,7	22,0	190,8	456	107
10	4К1П2Кл1Лп1Д1Бж+Г,Тр	26,4	21,2	141,3	340	90
11	5К1П3Д1Кл+Тр,Клз,Я,Г	29,5	19,0	289,6	412	132
12	3К2П3Д1Кл1Г+Бх,Лп,Тр,Ос,Бб	33,6	31,4	232,3	460	175

Примечание. *D* – диаметр главной породы; *G* – абсолютная полнота; *M* – запас стволовой древесины; *N* – густота древостоя, *A* – возраст главной породы. Виды деревьев: К – кедр корейский, П – пихта цельнолистная, Д – дуб монгольский, Я – ясень маньчжурский, Ия – ильм японский, Лп – липа амурская, Ор – орех маньчжурский, Кл – клёны мелколистный и маньчжурский, Клз – клён ложнозибольдов, Бб – берёза плосколистная, Бж – берёза ребристая, Бх – бархат амурский, Г – граб сердцелистный, Ос – осина, Ол – ольха волосистая, Тр – трескун амурский, Чм – черёмуха Маака.

Рассчитанные запасы валежа и углерода, содержащегося в нем, оказались наиболее тесно связаны с густотой и возрастом насажде-

ний (рис. 2). Связи являются статистически значимыми.

Рис. 2. Связь запаса валежа с густотой и возрастом насаждения

Известно, что для естественных лесов связь запаса валежа с возрастом описывается U-образной кривой. Очевидно, что выбранные в нашем исследовании насаждения охватывают лишь нисходящую ветвь этой кривой. К возрасту 180–200 лет в естественных хвойно-широколиственных лесах южного Приморья величина запаса валежа становится предельно минимальной (35–40 м³/га), что примерно вдвое меньше, чем в насаждениях 80-летнего возраста. Это результат положительного баланса между отпадом валежа и его деструкцией. Для определения характера кривой возрастной динамики запаса валежа в спелых и перестойных кедровниках необходимы дальнейшие полевые исследования. Следует отметить, что в работах по изучению валежа в Карелии и в Костромской области связи между возрастом насаждения и запасом КДО не было выявлено [6, 17].

Средний запас валежа на обследованных пробных площадях составил $46,8 \pm 5,3$ м³/га, или $8,9 \pm 1,3$ т/га в пересчёте на углерод, что в целом ниже среднего значения для хвойных лесов [29]. В сосняках Енисейской равнины запас валежа составил 0–25 м³/га, что почти в 2 раза ниже, чем в южном Приморье. Это во многом объясняется значительно большей продуктивностью хвойно-широколиственных лесов. Рассчитанный нами запас валежной древесины во вторичных (постпирогенных) дубняках лесного участка ПГСХА в среднем

составил 11,6 м³/га (в 4 раза меньше, чем в кедровниках) [30]. Таким образом, деградация хвойно-широколиственных лесов с образованием малоценных дубняков ведёт к быстрому переходу углерода, накопленного в пуле валежа, в пул атмосферы. На протяжении последних 100 лет отмечено двукратное сокращение площади кедровников в Приморском крае [8].

Для определения оборачиваемости (скорости оборота) валежа в рассматриваемых экосистемах были использованы величины годовичного отпада в кедрово-широколиственных лесах региона, полученные А.И. Кудиновым в ходе многолетнего мониторинга структуры и динамики древостоев на постоянных пробных площадях, расположенных на территории лесного участка ПГСХА и Уссурийского заповедника. В средневозрастных насаждениях (81–120 лет) годичный отпад составляет 2 м³/га, в спелых (161–240 лет) – 2,5 м³/га, в перестойных (241 год и более) – 3 м³/га [14]. Это даёт возможность оценить среднюю скорость оборота валежа, которая составила 22,6 года. Модель, предложенная Д.В. Карелиным и А.И. Уткиным [10], определяющая скорость оборота дебриса (КДО) по значению среднегодовой температуры воздуха (для района исследований 2,5 °C), даёт величину 15,7 лет.

Усреднённые данные пробных площадей по запасу валежа и содержащемуся в нем углероду при разных стадиях разложения представлены на рисунке 3.

Рис. 3. Запас валежа и содержание углерода в нём по стадиям разложения

Наибольший объём древесины имеет валеж V стадии. Суммарно в III-V стадиях разложения находится 69% всего наличного валежа. Аналогичный показатель, определённый Д.Г. Замолотчиковым для Костромской области, оставил 85% [6]. Однако большая часть углерода сосредоточена в валеже I-III стадий, поскольку они характеризуются большей удельной массой. На их долю пришлось 89% от общего запаса углерода в валеже.

С использованием зависимости запаса валежа от возраста древостоя был рассчитан запас валежа для всех кедровников лесного участка (рис. 1). Для спелых и перестойных кедровников проводили аппроксимацию полиномом, приведённым на рисунке 2. Затем с учётом долевого распределения запаса валежа по стадиям разложения (рис. 3) был оценён пул органического углерода валежа в кедровых насаждениях на модельной территории. Для корректности результата из расчётов были исключены насаждения старше 250 лет, поскольку для них характер связи запаса вале-

жа с возрастом остается неизвестным. Площадь насаждений с возрастом моложе 250 лет — 6333,5 га, что составляет 93% всех кедровников лесного участка. Запас валежа на этой территории составляет 266,3 тыс. м³, что эквивалентно 22,1 тыс. т С. Если использовать среднее доленое соотношение для КДО валеж/сухостой как 0,61:0,39, то запас КДО в кедровниках лесного участка ПГСХА будет равен 36,2 тыс. т С. Одновременно пул углерода мертвой древесины был рассчитан с применением системы региональной оценки бюджета углерода лесов (РОБУЛ) [3], что дало для той же территории величину 34,8 тыс. т С. Несмотря на то, что РОБУЛ предназначена для определения углеродного бюджета на больших территориях, для локального модельного участка ПГСХА точность оценки пула мёртвой древесины, полученной по РОБУЛ, по сравнению с результатами оказалась весьма высокой (отклонение 3,9%). По РОБУЛ в кедровниках лесного участка ПГСХА на валеж приходится 3,0% общего запаса углерода лесов.

Заключение

Определение запасов мертвой древесины, сосредоточенной в валеже естественных хвойно-широколиственных лесов Приморского

края (южный Сихотэ-Алинь), выполненная по результатам инструментальных измерений, показывает региональную специфичность процесса формирования пула КДО. Высокая

продуктивность фитоценозов кедровых лесов выражается, в частности, в более высоких значениях запаса валежа по сравнению с соседними регионами. В выполненной работе охвачен возрастной диапазон кедровников, соответствующий категориям средневозрастных и приспевающих насаждений. Поэтому актуальным направлением дальнейших иссле-

дований является изучение пулов углерода КДО в спелых и перестойных кедровниках для построения достоверной модели возрастного распределения валежа. Насаждения лесного участка ПГСХА представляют собой удобный объект для дальнейших исследований углеродного цикла хвойно-широколиственных лесов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грабовский, В.И. Модели оценки запасов валежа по данным учетов на трансектах / В.И. Грабовский, Д.Г. Замолотчиков // Лесоведение. — 2012. — № 2. — С. 66-73.
2. Замолотчиков, Д.Г. Влияние объемов лесопользования на углеродный баланс лесов России: прогнозный анализ по модели cbm-cfs3 / Д.Г. Замолотчиков, В.И. Грабовский, В.А. Курц // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. — 2014. — № 1. — С. 5-18.
3. Замолотчиков, Д.Г. Инвентаризация бюджета углерода в лесном хозяйстве России / Д.Г. Замолотчиков, В.И. Грабовский, П.П. Шуляк // Тр. СПбНИИЛХ. — 2013. — № 3. — С. 22-32.
4. Замолотчиков, Д.Г. Подходы к оценке углерода сухостоя в лесах России / Д.Г. Замолотчиков, Н.В. Зукерт, О.В. Честных // Лесоведение. — 2011. — № 5. — С. 61-71.
5. Замолотчиков, Д.Г. Оценка пула углерода крупных древесных остатков в лесах России с учетом влияния пожаров и рубок / Д.Г. Замолотчиков // Лесоведение. — 2009. — № 4. — С. 3-15.
6. Замолотчиков, Д.Г. Натурная и модельная оценки углерода валежа в лесах Костромской области / Д.Г. Замолотчиков, В.И. Грабовский, В.В. Каганов // Лесоведение. — 2013. — № 4. — С. 3-11.
7. Иванов, А.В. Запасы лесных подстилок в кедрово-широколиственных лесах южного Сихотэ-Алиня / А.В. Иванов // Сибирский лесной журнал. — 2015. — № 5. — С. 87-95.
8. Иванов, А.В. Рост лесных культур сосны кедровой корейской в Уссурийском лесничестве Приморского края / А.В. Иванов, Д.С. Кисиленко // Проблемы устойчивого управления лесами Сибири и Дальнего Востока: материалы Всерос. конф. с междунар. участием / отв. ред. А.П. Ковалёв. — Хабаровск: Изд-во ФБУ «ДальНИИЛХ», 2014. — С. 235-238.
9. Капица, Е.А. Пул углерода крупных древесных остатков в коренных лесах северо-запада Русской равнины / Е.А. Капица, Е.В. Шорохова, А.А. Кузнецов // Лесоведение. — 2012. — № 5. — С. 36-41.
10. Карелин, Д.В. Скорость разложения крупных древесных остатков в лесных экосистемах: результаты обзора литературы / Д.В. Карелин, А.И. Уткин // Лесоведение. — 2006. — № 2. — С. 26-33.
11. Комин, А.Э. Перспективы развития Приморской государственной сельскохозяйственной академии в направлении подготовки специалистов лесного профиля / А.Э. Комин, В.Н. Усов, А.В. Иванов // Вестн. ИРГСХА. — 2013. — Вып. 58. — С. 158-163.
12. Корякин, В.Н. Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока России / В.Н. Корякин. — Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2007. — 359 с.
13. Крупская, Л.Т. Биохимические особенности разложения опада и подстилки в ельниках восточных склонов Схотэ-Алиня / Л.Т. Крупская, И.В. Умнова // Использование и воспроизводство лесных ресурсов Дальнего Востока. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1977. — С. 51-57.

14. Кудинов, А.И. Широколиственно-кедровые леса южного Приморья и их динамика / А.И. Кудинов. — Владивосток: Дальнаука, 2004. — 367 с.
15. Леса заповедника «Уссурийский» (мониторинг динамики) / РАН, Дальневост. отд-ние, Биол.-почв. ин-т; отв. ред. Ю.И. Манько. — Владивосток: Дальнаука, 2010. — 222 с.
16. Манько, Ю.И. Еловые леса Камчатки / Ю.И. Манько, В.П. Ворошилов. — М.: Наука, 1978. — 256 с.
17. Мошников, С.А. Запас древесного детрита в сосновых насаждениях Южной Карелии / С.А. Мошников, В.А. Ананьев // Труды СПбНИИЛХ. — Вып. 2. — 2013. — С. 22-28.
18. Мухортова, Л.В. Вклад крупных древесных остатков в динамику запасов органического вещества послерубочных лесных экосистем / Л.В. Мухортова, Э.Ф. Ведрова // Лесоведение. — 2012. — № 6. — С. 55-62.
19. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК, 2003.
20. Соколова, В.Е. Динамика минеральных элементов при ксилолизе крупных древесных остатков в ельниках кисличных южной тайги / В.Е. Соколова, Е.В. Шорохова, В.А. Соловьев, Е.Я. Гринькова, С.А. Алексеева // Лесоведение. — 2007. — № 5. — С. 32-38.
21. Справочник для учета лесных ресурсов Дальнего Востока / Федер. агентство лесного хоз-ва, ФГУ «Дальневост. НИИ лесного хоз-ва»; [отв. сост. и науч. ред. В.Н. Корякин]. — Хабаровск: Дальневост. НИИ лесного хоз-ва, 2010. — 525 с.
22. Тарасов, М.Е. Запасы древесного детрита в коренных и производных ельниках Ленинградской области / М.Е. Тарасов // Коренные леса таежной зоны Европы: современное состояние и проблемы сохранения (Мат. межд. научно-практ. конф.) Петрозаводск, 1999. — С. 169-171.
23. Тарасов, М.Е. Методические подходы к определению скорости разложения древесного детрита / М.Е. Тарасов // Лесоведение. — 2002. — № 5. — С. 32-38.
24. Трейфельд, Р.Ф. Определение запасов и фитомассы древесного детрита на основе данных лесоустройства / Р.Ф. Трейфельд, О.Н. Кранкина // Лесное хозяйство. — 2001. — № 4. — С. 23-26.
25. Трефилова, О.В. Запас и структура крупных древесных остатков в сосняках Енисейской равнины / О.В. Трефилова, Э.Ф. Ведрова, П.А. Оскорбин // Лесоведение. — 2009. — № 4. — С. 16-23.
26. Швиденко, А.З. Углеродный бюджет лесов России / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепашенко // Сибирский лесной журнал. — 2014. — № 4. — С. 69-92.
27. Швиденко, А.З. Оценка запасов древесного детрита в лесах России / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепашенко, С. Нильссон // Лесная таксация и лесоустройство. — 2009. — Вып. 1(41). С. 133-147.
28. Шейнгауз, А.С. Лесорастительное районирование Дальнего Востока на основе методов математической классификации комплекса признаков / А.С. Шейнгауз, А.А. Дорофеева, Д.Ф. Ефремов, А.П. Сапожников // География и природные ресурсы. — 1985. — № 4. — С. 22-32.
29. Gore, J.A. Mass of downed wood in northern hardwood forests in New Hampshire: potential effects in forest management / J.A. Gore, W. Patterson // Can. J. Forest Resources. 1986. — V. 16. — P. 335-339.
30. Ivanov, A.V. Deadwood volume assessment of the Primorskaya state agricultural academy forest plot plantations by transect method / A.V. Ivanov, T.V. Portnyagina, P.A. Blotskiy, V.A. Zinchenko // Agrarian education in the countries of Asian-Pacific region: problems and outlook International Forum Proceedings. Federal State Budgetary Education Institution of Higher Professional Education Primorskaya State Agricultural Academy. 2014. — P. 102-104.

31. Krankina, O.N. Dynamics of the dead wood carbon pool in northwestern Russian boreal forests / O.N. Krankina, M.E. Harmon // *Water Air Soil Pollut.* — 1995. — V. 82. — P. 227-238.

REFERENCES

1. Grabovsky, V.I. Modeli otsenki zapasov valezha po dannym uchotov na transektakh / V.I. Grabovsky, D.G. Zamolodchikov // *Lesovedeniye*. — 2012. — № 2. — S. 66-73.
2. Zamolodchikov, D.G. Vliyaniye obyemov lesopolzovaniya na uglerodny balans lesov Rossii: prognoznyy analiz po modeli cbm-cfs3 / D.G. Zamolodchikov, V.I. Grabovsky, V.A. Kurts // *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva*. — 2014. — № 1. — S. 5-18.
3. Zamolodchikov, D.G. Inventarizatsiya byudzheta ugleroda v lesnom khozyaystve Rossii / D.G. Zamolodchikov, V.I. Grabovsky, P.P. Shulyak // *Tr. SPbNIILKh*. — 2013. — № 3. — S. 22-32.
4. Zamolodchikov, D.G. Podkhody k otsenke ugleroda sukhostoya v lesakh Rossii / D.G. Zamolodchikov, N.V. Zukert, O.V. Chestnykh // *Lesovedeniye*. — 2011. — № 5. — S. 61-71.
5. Zamolodchikov, D.G. Otsenka pula ugleroda krupnykh drevesnykh ostatkov v lesakh Rossii s uchedom vliyaniya pozharov i rubok / D.G. Zamolodchikov // *Lesovedeniye*. — 2009. — № 4. — S. 3-15.
6. Zamolodchikov, D.G. Naturnaya i modelnaya otsenki ugleroda valezha v lesakh Kostromskoy oblasti / D.G. Zamolodchikov, V.I. Grabovsky, V.V. Kaganov // *Lesovedeniye*. — 2013. — № 4. — C. 3-11.
7. Ivanov, A.V. Zapasy lesnykh podstilok v kedrovo-shirokolistvennykh lesakh yuzhnogo Sikhote-Alinya / A.V. Ivanov // *Sibirsky lesnoy zhurnal*. — 2015. — № 5. — S. 87-95.
8. Ivanov, A.V. Rost lesnykh kultur sosny kedrovoy koreyskoy v Ussuryyskom lesnichestve Primorskogo kraya / A.V. Ivanov, D.S. Kisilenko // *Problemy ustoychivogo upravleniya lesami Sibiri i Dalnego Vostoka: materialy Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiyem / otv. red. A.P. Kovalyov*. — Khabarovsk: Izd-vo FBU «DalNIILKh», 2014. — S. 235-238.
9. Kapitsa, Ye.A. Pul ugleroda krupnykh drevesnykh ostatkov v korennykh lesakh severo-zapada Russkoy ravniny / Ye.A. Kapitsa, Ye.V. Shorokhova, A.A. Kuznetsov // *Lesovedeniye*. — 2012. — № 5. — S. 36-41.
10. Karelin, D.V. Skorost razlozheniya krupnykh drevesnykh ostatkov v lesnykh ekosistemakh: rezultaty obzora literatury / D.V. Karelin, A.I. Utkin // *Lesovedeniye*. — 2006. — № 2. — S. 26-33.
11. Komin, A.E. Perspektivy razvitiya Primorskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii v napravlenii podgotovki spetsialistov lesnogo profilya / A.E. Komin, V.N. Usov, A.V. Ivanov // *Vestn. IrGSKhA*. — 2013. — Vyp. 58. — S. 158-163.
12. Koryakin, V.N. Kedrovo-shirokolistvennye lesa Dalnego Vostoka Rossii / V.N. Koryakin. — Khabarovsk: DalNIILKh, 2007. — 359 s.
13. Krupskaya, L.T. Biokhimicheskiye osobennosti razlozheniya opada i podstilki v elnikakh vostochnykh sklonov Sikhote-Alinya / L.T. Krupskaya, I.V. Umnova // *Ispolzovaniye i vosproizvodstvo lesnykh resursov Dalnego Vostoka*. Khabarovsk: DalNIILKh, 1977. — S. 51-57.
14. Kudinov, A.I. Shirokolistvenno-kedrovyye lesa yuzhnogo Primorya i ikh dinamika / A.I. Kudinov. — Vladivostok: Dalnauka, 2004. — 367 s.
15. Lesa zapovednika «Ussuryysky» (monitoring dinamiki) / RAN, Dalnevost. otd-niye, Biol.-pochv. in-t; otv. red. Yu.I. Manko. — Vladivostok: Dalnauka, 2010. — 222 s.
16. Manko, Yu.I. Yelovyye lesa Kamchatki / Yu.I. Manko, V.P. Voroshilov. — M.: Nauka, 1978. — 256 s.

17. Moshnikov, S.A. Zapas drevesnogo detrita v sosnovykh nasazhdeniyakh Yuzhnoy Karelii / S.A. Moshnikov, V.A. Ananyev // Trudy SPbNIILKh. — Vyp. 2. — 2013. — С. 22-28.
18. Mukhortova, L.V. Vklad krupnykh drevesnykh ostatkov v dinamiku zapasov organicheskogo veshchestva poslerubochnykh lesnykh ekosistem / L.V. Mukhortova, E.F. Vedrova // Lesovedeniye. — 2012. — № 6. — С. 55-62.
19. Rukovodyashchiye ukazaniya po effektivnoy praktike dlya zemlepolzovaniya, izmeneny v zemlepolzovanii i lesnogo khozyaystva. Programma MGEIK po natsionalnym kadastram parnikovyykh gazov. MGEIK, 2003.
20. Sokolova, V.E. Dinamika mineralnykh elementov pri ksilolize krupnykh drevesnykh ostatkov v elnikakh kislichnykh yuzhnoy taygi / V.E. Sokolova, Ye.V. Shorokhova, V.A. Solovyev, Ye.Ya. Grinkova, S.A. Alekseyeva // Lesovedeniye. — 2007. — № 5. — С. 32-38.
21. Spravochnik dlya ucheta lesnykh resursov Dalnego Vostoka / Feder. agentstvo lesnogo khoz-va, FGU «Dalnevost. NII lesnogo khoz-va»; [otv. sost. i nauch. red. V.N. Koryakin]. — Khabarovsk: Dalnevost. NII lesnogo khoz-va, 2010. — 525 s.
22. Tarasov, M.E. Zapasy drevesnogo detrita v korennykh i proizvodnykh elnikakh Leningradskoy oblasti / M.E. Tarasov // Korennye lesa tayezhnoy zony Yevropy: sovremennoye sostoyaniye i problemy sokhraneniya (Mat. mezhd. nauchno-prakt. konf.) Petrozavodsk, 1999. — С. 169-171.
23. Tarasov, M.E. Metodicheskiye podkhody k opredeleniyu skorosti razlozheniya drevesnogo detrita / M.E. Tarasov // Lesovedeniye. — 2002. — № 5. — С. 32-38.
24. Treyfeld, R.F. Opredeleniye zapasov i fitomassy drevesnogo detrita na osnove dannykh lesoustroystva / R.F. Treyfeld, O.N. Krankina // Lesnoye khozyaystvo. — 2001. — № 4. — С. 23-26.
25. Trefilova, O.V. Zapas i struktura krupnykh drevesnykh ostatkov v sosnyakakh Yeniseyskoy ravniny / O.V. Trefilova, E.F. Vedrova, P.A. Oskorbin // Lesovedeniye. — 2009. — № 4. — С. 16-23.
26. Shvidenko, A.Z. Uglerodny byudzhety lesov Rossii / A.Z. Shvidenko, D.G. Shchepashchenko // Sibirskiy lesnoy zhurnal. — 2014. — № 4. — С. 69-92.
27. Shvidenko, A.Z. Otsenka zapasov drevesnogo detrita v lesakh Rossii / A.Z. Shvidenko, D.G. Shchepashchenko, S. Nilsson // Lesnaya taksatsiya i lesoustroystvo. — 2009. — Vyp. 1(41). С. 133-147.
28. Sheyngauz, A.S. Lesorastitelnoye rayonirovaniye Dalnego Vostoka na osnove metodov matematicheskoy klassifikatsii kompleksa priznakov / A.S. Sheyngauz, A.A. Dorofeyeva, D.F. Yefremov, A.P. Sapozhnikov // Geografiya i prirodnye resursy. — 1985. — № 4. — С. 22-32.
29. Gore, J.A. Mass of downed wood in northern hardwood forests in New Hampshire: potential effects in forest management / J.A. Gore, W. Patterson // Can. J. Forest Resources. 1986. — V. 16. — P. 335-339.
30. Ivanov, A.V. Deadwood volume assessment of the Primorskaya state agricultural academy forest plot plantations by transect method / A.V. Ivanov, T.V. Portnyagina, P.A. Blotskiy, V.A. Zinchenko // Agrarian education in the countries of Asian-Pacific region: problems and outlook International Forum Proceedings. Federal State Budgetary Education Institution of Higher Professional Education Primorskaya State Agricultural Academy. 2014. — P. 102-104.
31. Krankina, O.N. Dynamics of the dead wood carbon pool in northwestern Russian boreal forests / O.N. Krankina, M.E. Harmon // Water Air Soil Pollut. — 1995. — V. 82. — P. 227-238.

Статья поступила в редакцию 23.03.2016.