

7. Koltunov E.V., Zalesov S.V., Laishevtsev R.N. The main factors of pine affection by root and stem rot in urban forest parks // Plant protection and quarantine. 2008. No. 2. P. 56–58.

8. Koltunov E.V., Zalesov S.V. Root and stem rot of common pine (*Pinus sylvestris* L.) and silver birch (*Betula pendula* Roth.) In the Nijne-Isetsy forest park of Yekaterinburg // Agrarian Bulletin of the Urals. 2009. No 1 (55). P. 73–76.

9. Koltunov E.V., Zalesov S.V., Laishevtsev R.N. Root and stem rot of common pine (*Pinus sylvestris* L.) in forest parks of Yekaterinburg // Forests of Russia and the economy in them. Yekaterinburg, 2007. Issue. 1 (29). P. 247–261.

10. Bunkova N.P., Zalesov S.V. Recreational stability and capacity of pine plantations in the forest parks of Yekaterinburg. Yekaterinburg: Ural State Forestry University, 2016.

11. Koltunov E.V., Zalesov S.V., Demchug A.Yu. Root and stem rot and the state of the stands of the Shartash forest park in Yekaterinburg under different recreational loads // Agrarian Bulletin of the Urals. 2011. No. 8 (87). P. 43–46.

12. Veselkin D.V., Koltunov E.V., Kaygorodova S.Yu. The influence of agrochemical properties of soils on the distribution of root and stem rot of common pine (*Pinus sylvestris* L.) in urban forests // Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2013. 15 (3). P. 249–255.

---

УДК 630\*524.39+630\*174.754

## УДЕЛЬНАЯ ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ БИОМАССЫ ДЕРЕВЬЕВ В ГРАДИЕНТАХ ТОКСИЧНОСТИ ВБЛИЗИ МЕДЕПЛАВИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ УРАЛА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ЕЕ ОЦЕНКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ

В. А. УСОЛЬЦЕВ – доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор кафедры прикладной информатики\*,  
главный научный сотрудник,

ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения РАН  
620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 марта, 202а  
тел.: 8 (343) 254-61-59, e-mail: Usoltsev@mail.ru

А. Ф. УРАЗОВА – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии  
и оборудования лесопромышленного производства\*,  
e-mail: ura-alina@mail.ru

\*ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,  
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,  
тел. 8 (343) 254-61-59

А. В. БОРНИКОВ – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель,  
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»,  
460014, Россия, Оренбург, ул. Челюскинцев, 18.  
тел. 8 (353) 277-71-94,  
e-mail: bornikov87@mail.ru

**Ключевые слова:** елово-пихтовые древостои, модельные деревья, пробные площади, медеплавильный завод, индекс токсичности, регрессионный анализ.

---

Удельная чистая первичная продукция (УдЧПП) является важной биопродукционной характеристикой лесных насаждений, характеризующей скорость превращения органического вещества или, в других терминах, интенсивность круговорота веществ. Исследована УдЧПП биомассы деревьев в градиентах токсичности вблизи медеплавильных производств на Среднем ( $56^{\circ}50'$  с.ш.,  $59^{\circ}56'$  в.д.) и Южном Урале ( $55^{\circ}29'$  с.ш.,  $60^{\circ}13'$  в.д.) соответственно в смешанных елово-пихтовых древостоях и в преимущественно чистых сосновых и березовых древостоях, в которых определена биомасса и ее годичный прирост (ЧПП) у 33, 32, 42 и 56 модельных деревьев соответственно ели, пихты, сосны и березы. Оба градиента загрязнений выражены одним индексом токсичности – относительным показателем содержания в подстилке трёх «техногенных» металлов Cu, Pb и Fe. Исследована зависимость УдЧПП от возраста дерева и индекса токсичности. Связь УдЧПП надземной части равновозрастных деревьев четырех пород с индексом токсичности оказалась обратно пропорциональной уровню токсичности, но статистически подтвержденной только у пихты. Закономерности изменения общей для всех пород УдЧПП различных фракций биомассы в связи с индексом токсичности также не выявлено. При общем тренде снижения УдЧПП деревьев всех пород по всем фракциям биомассы его значимость достоверна по одним фракциям, не подтверждена статистически по другим, а у сосны тренды УдЧПП хвои и древесной части имеют противоположные знаки. У равновозрастных деревьев при одном и том же индексе токсичности надземная УдЧПП ели, пихты и березы по отношению к таковой у сосны составляет соответственно 163, 133 и 113 %. Неопределенности, выявленные на методическом уровне проведенных исследований, основанном на весовой таксации, пока разрешить не представляется возможным. Дополнительное применение физиологических методов при анализе биопродукционных процессов четырех пород, подверженных действию загрязнений от медеплавильных производств, может оказаться более результативным.

### **SPECIFIC PRIMARY PRODUCTION OF TREE BIOMASS IN TOXICITY GRADIENTS NEAR URAL COPPER SMELTERS AND UNCERTAINTY OF ITS EVALUATION AND INTERPRETATION**

V. A. USOLTSEV – doctor of Agricultural Sciences professor,  
Department of Applied Informatics \*,  
Chief Researcher,  
Federal State Budgetary Institution Botanical Garden of the Ural Branch  
of the Russian Academy of Sciences  
620144, Russia, Yekaterinburg, March 8, 202a  
phone: 8 (343) 254-61-59, e-mail: Usoltsev@mail.ru

A. F. URAZOVA – candidate of agricultural sciences, associate professor  
of the Department of Technology and Equipment for Forestry Production,  
e-mail: ura-alina@mail.ru\*

\* FSBEI HE «Ural State Forestry University»,  
620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian tract, 37,  
phone: 8 (343) 254-61-59

A. V. BORNIKOV – candidate of agricultural sciences, senior lecturer,  
FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University»,  
460014, Russia, Orenburg, Chelyuskintsev, 18.  
phone: 8 (353) 277-71-94, e-mail: bornikov87@mail.ru

**Key words:** spruce-fir stands, model trees, sample plots, copper smelter, toxicity index, regression analysis.

Specific primary production (SPP) is an important bioproduction characteristic of forest stands, characterizing the rate of conversion of organic matter or, in other terms, the intensity of a matter cycle. SPP of tree biomass

in the toxicity gradients near copper smelting plants in the Middle Urals (56°50' s. W., 59°56' d.) and the Southern Urals (55°29' s.W., 60°13' d.) is studied, respectively, in mixed spruce-fir stands and mostly pure pine and birch stands, on which the biomass and its annual growth (NPP) in 33, 32, 42 and 56 sample trees is estimated, in spruce, fir, pine and birch respectively. Both pollution gradients are expressed by the same relative toxicity index suggested with the content in the litter of three «technogenic» metals Cu, Pb и Fe. Regression analysis of the dependence of SPP from toxicity index is performed. The dependence of SPP upon the tree age and the toxicity index is studied. The relation of the aboveground part of equal-aged trees of four species with the toxicity index was inversely proportional to the level of toxicity, but statistically confirmed only in fir. The regularities of changes of different components of biomass in relation to the toxicity index, common for all species, were also not revealed. When having the common trend of reducing SPP of all tree species in all components of the biomass, its significance is proved for some components, not confirmed statistically for the other, but for the pine the trends of needles and wood parts SPP have opposite signs. In equal-aged trees in conditions of the same toxicity index, the aboveground SPP of spruce, fir and birch in relation to pine is 163, 133 and 113 %, respectively. The uncertainties, identified here at the methodological level of the studies based on weight taxation, are not yet possible to resolve. Additional application of physiological methods in the analysis of bioproduction processes of four species exposed to pollution from copper smelting may be more effective.

### Введение

Для определения текущего прироста запаса древостоя в традиционной лесной таксации издавна используется понятие процента текущего прироста стволовой древесины, который представляет собой частное от деления текущего объемного прироста древостоя на его запас. Если известны запас древостоя и процент его текущего прироста, то можно приближенно без рубки деревьев определить текущий прирост запаса древостоя [1–5].

При исследовании продукционной структуры биомассы древостоев подобный прием реализован под названием удельной чистой первичной продукции (УдЧПП) как отношения чистой первичной продукции (ЧПП) к величине биомассы древостоя, выражаемого в относительных единицах или в процентах [6–8]. Знание УдЧПП, как и процента текущего прироста по запасу древостоя, позволяет находить исключительно трудоемкий по-

казатель ЧПП по величине биомассы древостоя, как значительно менее трудоемкого показателя. Однако показатель УдЧПП имеет не только прикладное значение.

УдЧПП является важной биопродукционной характеристикой лесных насаждений. Если известно отношение ЧПП к величине биомассы, то мы тем самым получаем одну из важнейших характеристик функционирования лесных экосистем, поскольку УдЧПП характеризует скорость обновления органического вещества биомассы [6, 7, 9]. Обратная величина – отношение биомассы к ЧПП – показывает, за какое время поток ЧПП создает запас биомассы [7, 10]. Однако возникает вопрос: действительно ли УдЧПП означает «скорость превращения органического вещества» или, в других терминах, интенсивность круговорота веществ (элементов питания), поскольку рассчитывается как отношение ЧПП к наличной биомассе без учета ее отпада и опа-

да? Может быть, это определение в большей мере соответствовало бы действительности, если вместо наличного запаса биомассы в формулу УдЧПП включать производительность биомассы, т.е. наличную биомассу плюс весь ее отпад и опад на тот или иной момент времени? Как минимум для начала необходимо было бы выявить баланс между скоростями продуцирования биомассы и разложения детрита, но это невозможно при существующем отсутствии необходимых экспериментальных данных.

Фактические данные биомассы и ЧПП древостоев определяются обычно на временных пробных площадях, на которых отпад и опад всех фракций биомассы за предшествующий период учесть невозможно. Видимо, отсутствие полной информации о производительности биомассы древостоев явилось причиной полученной существенной неопределенности, а именно, анализ УдЧПП как наземной биомассы, так

и подземной, шести лесообразующих пород Евразии не выявил закономерностей, общих для всех пород или хотя бы отдельно для вечнозеленых и листопадных. Более того, у некоторых пород изменение УдЧПП по одному и тому же климатическому градиенту идет в противоположных направлениях [9, 11].

В настоящей работе принята попытка выявить закономерности изменения УдЧПП различных компонентов биомассы вблизи Среднеуральского и Карабашского медеплавильных производств на уровне отдельных составляющих древостоев деревьев, в отношении которых нет проблемы отсутствия информации по отпаду и опад, как это имеет место на уровне сообществ.

#### Объекты и методы исследований

Объектом исследования явились елово-пихтовые насаждения, произрастающие в западном направлении от Среднеуральского медеплавильного завода (СУМЗ), и чистые сосновые и березовые насаждения, произрастающие в северо-восточном и южном направлениях от Карабашского медеплавильного комбината (КМК). Описание объектов исследования, методика закладки пробных площадей и обработки модельных деревьев, таксационная характеристика древостоев, фактические данные о биомассе и ЧПП (годовом приросте биомассы) деревьев и древостоев, а также значения индекса токсичности в градиен-

тах загрязнений были представлены в более ранней публикации [12].

На двух объектах исследований в градиентах загрязнений соответственно от СУМЗ и КМК заложено 89 пробных площадей, в том числе в елово-пихтовых (СУМЗ) – 43, в сосновых (КМК) – 12 и в березовых (КМК) – 34. Общее количество определений фракционного состава биомассы и ЧПП (годового прироста биомассы) модельных деревьев – 164, в том числе 34 ели, 32 пихты, 42 сосны и 56 березы. Количество дисков, выпиленных из стволов для определения плотности и влажности древесины и коры, – 466, в том числе 85 ели, 87 пихты, 126 сосны и 168 березы; количество определений влажности компонентов кроны по пробным навескам хвои (листвы) и ветвей (скелета кроны) – 321, в том числе 83 ели, 80 пихты, 102 сосны и 56 березы.

Для исследования изменений УдЧПП компонентов (фракций) биомассы деревьев применен классический регрессионный анализ с применением бинарной переменной [13].

#### Результаты и обсуждение

Для оценки влияния загрязнений на структуру УдЧПП биомассы деревьев рассчитаны аллометрические уравнения вида

$$(\text{УдЧПП})_i = a_0 + a_1(D) + a_2(I), \quad (1)$$

$$(\text{УдЧПП})_i = a_0 + a_1(A) + a_2(I), \quad (2)$$

где  $(\text{УдЧПП})_i$  – удельная ЧПП  $i$ -й фракции, %;  $A$  – возраст дерева, лет;  $D$  – диаметр ствола на

высоте груди, см;  $I$  – индекс токсичности ( $\text{index}_2$ , рассчитанный в градиентах загрязнений обоих предприятий по содержанию в подстилке одной и той же совокупности металлов (Cu, Pb и Fe): см. [12].

В результате расчета уравнений (1) и (2) выяснилось, что возраст дерева вносит большой вклад в объяснение изменчивости  $(\text{УдЧПП})_i$  по сравнению с диаметром ствола. По-видимому, это подтверждает известное положение, что биология (физиология) дерева в большей степени обусловлена возрастом, а не линейным размером дерева, хотя эти две независимые переменные в некоторой степени коррелируют. Поэтому для дальнейшего анализа данных принята структура уравнения (2).

Расчет уравнений (2) показал, что с увеличением возраста дерева  $(\text{УдЧПП})_i$  снижается в абсолютном большинстве случаев, поскольку константа  $a_1$  имеет знак «минус». По мере увеличения индекса токсичности величина  $(\text{УдЧПП})_i$  разновозрастных деревьев снижается у всех пород и по всем фракциям биомассы. Единственное исключение составляет УдЧПП хвои в сосновых древостоях, связь которой с индексом токсичности положительная ( $t_{\text{факт}} = 2,4 > t_{05} = 2,0$ ), тогда как для древесной части (стволов и ветвей) названный показатель снижается. В итоге вследствие взаимной компенсации двух противоположных трендов изменения УдЧПП надземной части в градиенте токсичности не происходит ( $t_{\text{факт}} = 0,12 < t_{05} = 2,0$ ).

Впрочем, снижение УдЧПП надземной части по мере роста индекса токсичности статистически значимо лишь у деревьев пихты ( $t_{факт} = 2,1 > t_{05} = 2,0$ ), а у деревьев березы и ели названное снижение недостоверно ( $t_{факт} = 1,1 \dots 1,2 < t_{05} = 2,0$ ). У березы снижение УдЧПП ствола и ветвей по мере роста загрязнения статистически значимо ( $t_{факт} = 2,6 \dots 3,0 > t_{05} = 2,0$ ) (УдЧПП листвы у березы всегда равно 1,0 по определению), тогда как у ели для стволов, ветвей и хвои оно недостоверно ( $t_{факт} = 0,1 \dots 1,4 < t_{05} = 2,0$ ). Таким образом, при общем тренде снижения УдЧПП деревьев всех пород по всем фракциям биомассы его значимость достоверна по одним фракциям, не подтверждена статистически по другим, а у сосны тренды УдЧПП хвои и древесной части имеют противоположные знаки.

Поскольку градиенты загрязнений у двух медеплавильных производств выражены индексом токсичности, рассчитанным по одним и тем же металлам, представляет интерес оценить и сравнить реакцию УдЧПП четырех пород на один и тот же уровень токсичности без разделения по двум объектам. С этой целью в регрессионный анализ в качестве независимых переменных, кроме возраста дерева

и индекса токсичности, введен блок фиктивных переменных, характеризующих принадлежность исходных данных УдЧПП к разным породам. Установлено, что у разновозрастных деревьев при одном и том же индексе токсичности в двух градиентах загрязнений надземная УдЧПП ели, пихты и березы по отношению к таковой у сосны составляет соответственно 163, 133 и 113 %. По хвое ели и пихты названный показатель составил соответственно 88 и 78 % к хвое сосны, что согласуется с известной меньшей долей массы хвои текущего года в общей массе хвои дерева у темнохвойных по сравнению с таковой у светлохвойных пород.

#### Выводы

1. Реакция УдЧПП надземной части дерева четырех пород на загрязнения от КМК и СУМЗ, выраженные общим для них индексом токсичности, оказалась хотя и отрицательной по знаку, т.е. обратно пропорциональной уровню токсичности, но статистически не подтвержденной, за исключением УдЧПП пихты.
2. Не выявлено общей для всех пород закономерности изменения УдЧПП под действием загрязнений также по фракционному составу. При общем тренде снижения УдЧПП деревьев всех пород

по всем фракциям биомассы его значимость достоверна по одним фракциям, не подтверждена статистически по другим, а у сосны тренды УдЧПП хвои и древесной части имеют противоположные знаки.

3. У разновозрастных деревьев при одном и том же индексе токсичности в двух градиентах загрязнений надземная УдЧПП ели, пихты и березы по отношению к таковой у сосны составляет соответственно 163, 133 и 113 %.

4. Неопределенности, выявленные на методическом уровне проведенных исследований, основанном на весовой таксации, пока разрешить не представляется возможным. Дополнительное применение физиологических методов при анализе биопродукционных процессов четырех пород, подверженных действию загрязнений от медеплавильных производств, может оказаться более результативным.

**Благодарности.** Авторы признательны своим коллегам Е.Л. Воробейчику, И.Е. Бергману, М.Р. Трубиной, С.Ю. Кайгородовой, П.Г. Пищулину, А.В. Щепеткину, А.С. Касаткину и И. Биктимирову, принимавшим участие в получении исходных материалов, и И.С. Цепордею, участвовавшему в оформлении статьи.

#### Библиографический список

1. Турский Г.М. Очерки по теории прироста. М.: Жизнь и знание, 1925. 72 с.
2. Орлов М.М. Лесная таксация. 3-е изд. Л. 1929. 532 с.
3. Анучин Н.П. Лесная таксация. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. 532 с.

4. Pressler W.R. Das Gesetz der Stammbildung und dessen forstwirtschaftliche Bedeutung insbesondere für den Waldbau höchsten Reinertrags. Leipzig: Arnoldische Buchhandlung, 1865. 153 s.
5. Wenk G. Eine neue Wachstumsgleichung und ihr praktischer Nutzen zur Herleitung von Volumenzuwachspozenten // Archiv für Forstwesen. 1969. Bd. 18. S. 1085–1094.
6. Базилевич Н.И., Гребенщиков О.С., Тишков А.А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М.: Наука, 1986. 297 с.
7. Базилевич Н.И., Титлянова А.А. Биотический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в природных наземных экосистемах. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. 381 с.
8. Удельная продуктивность фитомассы древостоев основных лесообразующих пород / Я.И. Гульбе, Т.А. Гульбе, А.Я. Гульбе, Л.С. Ермолова // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность, мониторинг и адаптационные технологии: матер. междунар. конф. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2010. С. 197–200.
9. Усольцев В.А. География удельной первичной продукции фитомассы лесов и неопределенности ее оценки и интерпретации // Эко-потенциал. 2014. № 1 (5). С. 139–163.
10. Keeling H.C., Phillips O.L. The global relationship between forest productivity and biomass // Global Ecology and Biogeography. 2007. Vol. 16. P. 618–631.
11. Усольцев В.А. Трансконтинентальные климатические градиенты удельной чистой первичной продукции лесообразующих древесных пород Евразии // Эко-потенциал. 2016. № 3 (15). С. 7–17.
12. Усольцев В.А., Воробейчик Е.Л., Бергман И.Е. Биологическая продуктивность лесов Урала в условиях техногенного загрязнения: Исследование системы связей и закономерностей. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. 365 с. URL: <http://www.elar.usfeu.ru/handle/123456789/458>
13. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973. 392 с.

### *Bibliography*

1. Tursky G.M. Essays on the theory of growth. Moscow, 1925. 72 p.
  2. Orlov M.M. Forest mensuration. 3rd ed. Leningrad, 1929. 532 p.
  3. Anuchin N.P. Forest mensuration. Moscow; Leningrad: Goslesbumizdat, 1952. 532 p.
  4. Pressler W.R. Das Gesetz der Stammbildung und dessen forstwirtschaftliche Bedeutung insbesondere für den Waldbau höchsten Reinertrags. Leipzig: Arnoldische Buchhandlung, 1865. 153 s.
  5. Wenk G. Eine neue Wachstumsgleichung und ihr praktischer Nutzen zur Herleitung von Volumenzuwachspozenten // Archiv für Forstwesen. 1969. Bd. 18. S. 1085–1094.
  6. Bazilevich N.I., Grebenschikov O.S., Tishkov A.A. Geographical regularities of the structure and functioning of ecosystems. Moscow: Science, 1986. 297 p.
  7. Bazilevich N.I., Titlyanova A.A. Biotic cycle on five continents: nitrogen and ash elements in natural terrestrial ecosystems. Novosibirsk: SB RAS publishing house, 2008. 381 p.
  8. Specific productivity of phytomass of stands of the main forest-forming breeds / Ya.I. Gulbe, T.A. Gulbe, A.Ya. Gulbe, L.S. Ermolova // Forest ecosystems in the conditions of climate change: biological productivity, monitoring and adaptation technologies. Proceedings of the international conference. Yoshkar-Ola: MarGTU, 2010. P. 197–200.
  9. Usoltsev V.A. Geography of specific net primary production of forests and some uncertainties of its estimation and interpretation // Eko-Potencial. 2014. No 1 (5). P. 139–163.
  10. Keeling H.C., Phillips O.L. The global relationship between forest productivity and biomass // Global Ecology and Biogeography. 2007. Vol. 16. P. 618–631.
  11. Usoltsev V.A. Transcontinental climatic gradients of specific net primary production of forest-forming tree species in Eurasia // Eko-Potencial. 2016. No 3 (15). P. 7–17.
-

12. Usoltsev V.A., Vorobeichik E.L., Bergman I.E. Biological productivity of Ural forests under conditions of air pollutions: studying a system of regularities. Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University, 2012. 366 p. URL: <http://www.elar.usfeu.ru/handle/123456789/458> [in Russian].

13. Draper N., Smith G. Applied regression analysis. Moscow: Statistika, 1973. 392 p.

УДК 66.0

## АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР РОССИЙСКИХ ПАТЕНТОВ ПО ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ ЗА 2004–2018 гг.

Ю. Л. ЮРЬЕВ – доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой химической технологии древесины,  
биотехнологии и наноматериалов,

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,  
620010, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37  
e-mail: charekat@mail.ru

**Ключевые слова:** патент, биомасса, отходы, пиролиз, древесный уголь.

Представлен обзор патентов, выданных в России за период с 1 января 2004 г. по 31 декабря 2018 г., по материалам Федерального института патентной собственности. Рассмотрены патенты подкласса C10B (деструктивная перегонка углеродсодержащих материалов), в частности подгрупп C10B 53/00 (деструктивная перегонка твердого сырья специальных видов или особой формы и размеров) и C10B 53/02 (деструктивная перегонка материалов, содержащих целлюлозу).

Признан перспективным способ переработки органического сырья в топливо (№ 2554355). Способ включает термохимическую переработку сырья в реакторе быстрого пиролиза с последующей конденсацией парогазов в конденсаторе-холодильнике, выделением из нее фракций жидких углеводородов и топливного газа с дальнейшей их очисткой. Способ отличается тем, что температуру парогазов до входа в конденсатор-холодильник поддерживают на уровне 450–700 °С, при этом парогазы сначала конденсируют холодной водой, отделяют топливный газ, который вторично охлаждают и направляют на быстрый пиролиз. После наполнения емкости конденсатора-холодильника водой и снижения температуры до 65 °С из нее сливают воду с легкими углеводородами, а оставшийся смолистый осадок растворяют биоэтанолом.

Показано, что число патентов по тематике термохимической переработки древесины каждые 5 лет увеличивается примерно в два раза. Основной технологией термохимической переработки древесины остаётся пиролиз, но для переработки отходов представляют интерес также газификация и торрефикация.

## ANALITICAL REVIEW OF RUSSIAN PATENTS ON THERMOCHEMICAL PROCESSING OF WOOD FOR 2014–2018 YEARS

Yu. L. YURYEV – Doctor of technical sciences, Professor,  
Head of the Department of chemical technology of wood,  
biotechnology and nano-materials,

FSBEI HE «Ural State Forest Engineering University»,  
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirsky tract, 37;  
e-mail: charekat@mail.ru

**Keywords:** patent, biomass, waste, pyrolysis, charcoal.

The review of patents issued in Russia for the period from January 1, 2004 to December 31, 2018 on the materials of the Federal Institute of patent property is presented. Patents of subclass C10B (destructive distillation