

**Сальдированный финансовый результат в виде прибыли по видам деятельности  
в лесном секторе за 2017–2019 годы, млн руб.**

Виды деятельности	Год		
	2017	2018	2019
Лесоводство и лесозаготовки	–593	–275	–1513
Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели	2338	10742	27101
Производство мебели	4867	5329	4469
Производство бумаги и бумажных изделий	79813	128723	114203

Как видно, лесозаготовительное производство не формирует достаточные для развития суммы прибыли, поэтому рост объемов выпускаемой продукции должен поддерживаться за счет либо расширения числа действующих предприятий, что маловероятно, учитывая рентабельность данного вида деятельности, либо за счет финансовых ресурсов, привлекаемых из внешних источников финансирования.

Наиболее капиталоемкими производствами в лесном секторе выступают производства по выпуску целлюлозы, бумаги и бумажных изделий. Предприятия данного вида деятельности характеризуются более развитой системой корпоративного управления, подразумевающей большую открытость и более совершенную систему взаимодействия между менеджерами, акционерами, кредиторами, иными заинтересованными лицами. Указанные особенности позволяют более широко привлекать внешние источники финансирования. В настоящее время на химическую переработку древесины направляется приблизительно 35 % от объемов лесозаготовок, что предопределяет заинтересованность этих производств в бесперебойном их снабжении сырьевыми ресурсами. Происходящие процессы концентрации производства позволяют обеспечивать лесозаготовительные производства финансовыми ресурсами в требуемых объемах.

#### Список литературы

1. Базы данных: Электронный каталог E-ECOLOG.RU. URL: <https://roskazna.gov.ru/ispolnenie-byudzheto/federalnyj-byudzhet> (дата обращения: 08.04.2021).
2. Российский статистический ежегодник. 2020 : Стат. сб. / Росстат. М., 2020. 700 с.

УДК 628.477.6

**Д. А. Слюсарев,**

магистр 1 года, Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана, г. Мытищи, МО, РФ,  
[slusarevda@gmail.com](mailto:slusarevda@gmail.com)

**О. В. Маслова,**

к. х. н., научный сотрудник, МГУ им. М. В. Ломоносова, г. Москва, РФ,  
[olga.maslova.rabota@gmail.com](mailto:olga.maslova.rabota@gmail.com)

**О. В. Сенько,**

к. х. н., научный сотрудник, МГУ им. М. В. Ломоносова, ИБХФ им. Н. М. Эмануэля РАН, г. Москва, РФ,  
[senkoov@gmail.com](mailto:senkoov@gmail.com)

**О. И. Морозова,**

к. э. н., доцент, Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана, г. Мытищи, МО, РФ,  
[zoi79@inbox.ru](mailto:zoi79@inbox.ru)

#### ВЫБОР ПОДХОДА К ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

*Выполнено при финансовой поддержке госзадания АААА-А21-121011290089-4.*

*Комплексный подход к переработке отходов деревообработки ориентируется не только на экономическую, но и экологическую и социальную составляющие. Применение комбинированных технологий, содержащих биокаталитическую стадию, позволяет улучшить экологичность процессов переработки. Необходимо учитывать и достижение экономической эффективности переработки.*

*Ключевые слова:* переработка отходов, отходы деревообработки, комбинированный подход, биокаталитические технологии.

**D. A. Slyusarev,**

Master of 1 year, Mytishchi branch of the Moscow State Technical University N. E. Bauman, Mytishchi, Moscow region, Russian Federation,  
[slusarevda@gmail.com](mailto:slusarevda@gmail.com)

**O. V. Maslova,**

Ph.D., Researcher, Lomonosov Moscow State University, Moscow. Moscow, Russian Federation,  
[olga.maslova.rabota@gmail.com](mailto:olga.maslova.rabota@gmail.com)

**O. V. Senko,**

Ph.D., Researcher, Lomonosov Moscow State University, IBCP RAS, Moscow, Russian Federation,  
senkoov@gmail.com

**O. I. Morozova,**

Ph.D, Associate Professor, Mytishchi branch of the Bauman Moscow State Technical University, Mytishchi, Moscow region, Russian Federation,  
zoi79@inbox.ru

## CHOOSING AN APPROACH TO WOODWORKING WASTE PROCESSING

*An integrated approach to the processing of woodworking waste focuses not only on the economic, but also environmental and social components. The use of combined technologies containing the biocatalytic stage makes it possible to improve the environmental friendliness of the processing processes. It is also necessary to take into account the achievement of economic efficiency of processing.*

**Keywords:** waste processing, woodworking waste, combined approach, biocatalytic technologies.

При заготовке и переработке древесины количество образующихся отходов может достигать более 50 %. Они преимущественно не токсичны, однако в процессе хранения занимают большие площади, вызывают переувлажнение участка, а также, постепенно разлагаются под действием микроорганизмов [1]. Отходы деревообработки являлись и являются ценным сырьевым источником [2–3]. Сегодня они в основном используются в качестве топлива и компонентов строительных материалов. На их основе разрабатываются композитные материалы, которые постоянно модернизируются с учетом современных требований и имеющихся технологий. Ограничением для использования древесных отходов в качестве дешевых топливных паллет (15–20 руб./кг) в условиях перехода к устойчивому развитию является факт того, что при их сжигании в атмосфере увеличивается количество углекислого газа. Строительные материалы, получаемые сейчас из таких отходов, не относятся к продуктам с высокой добавленной стоимостью.

В связи с переходом к устойчивому развитию ужесточаются требования к экологизации производств, технологий и материалов, происходит переориентирование производственных цепочек с учетом социальной и экологической составляющих. Актуальными являются проблемы усовершенствования существующих, а также поиски принципиально новых подходов к переработке отходов деревозаготовки [4–8]. Лесной сектор является капиталоемким и имеет длительные инвестиционные циклы. При поиске наилучших технологических решений сегодня следует ориентироваться на устойчивое развитие, которое позволяет обеспечивать долгосрочную окупаемость инвестиций. При выборе подхода к переработке определяющими являются состав и основные характеристики отходов деревопереработки, их исходное местоположение, а также доступность практической реализации той или иной технологии переработки. Помимо экономической эффективности технологию оценивают с учетом социальной и экологической составляющих [9].

В связи с особой актуальностью проблем, связанных со снижением количества отходов, в настоящее время активно ведутся научные и технические разработки в этой области, поэтому специалистам, работающим в сфере деревопереработки, необходимо осуществлять постоянный мониторинг соответствующих технологий. Кроме того, важно понимать, какие из известных технологий уже реализованы на практике, или формально уже доступны для реализации (имеется требуемое оборудование, лабораторные регламенты). Отобранные (с учетом типа отходов деревопереработки и их исходного местоположения) в качестве возможных для практической реализации технологии переработки необходимо далее рассмотреть с трех точек зрения: экономической, экологической, социальной.

Несомненно, для любого владельца компании или фирмы сегодня определяющей будет именно экономическая составляющая (получение максимальной прибыли или минимизация затрат, в случае необходимой утилизации). В долгосрочной перспективе следует ориентироваться на реализацию политики двойного выигрыша (win-win policy) в рамках циркулярной экономики, подразумевающей одновременное обеспечение экономической эффективности и достижение экологических эффектов [6, 10]. Для снижения экономических рисков при разработке и внедрении новых ресурсосберегающих экологических технологий переработки древесных отходов целесообразным можно считать привлечение в технологические циклы ферментных биокатализаторов или клеточных конструкций, являющихся продуцентами продуктов или полупродуктов для получения товаров с высокой добавленной стоимостью (например, полимерные материалы для медицинской, фармацевтической и космической промышленности) и комплексного подхода, учитывающего не только экономическую, но и социальную составляющую технологии, а также ее экологичность. Практическая реализация новых технологий позволяет создавать новые рабочие места, что положительно влияет на социальную составляющую в направлении снижения уровня безработицы. Оценка разноплановых параметров воздействия

процесса на окружающую среду (потребление энергии, истощение природных ресурсов, озоноразрушающая способность, влияние на изменения климата и др.) позволяет оценивать экологическую составляющую процесса переработки отходов [9].

С учетом вышеизложенного и в результате проведения сравнительного анализа среди известных перспективных направлений переработки отходов древесины можно выделить получение наноцеллюлозы – ценного полупродукта для получения нанокомпозитов (табл.). Важно, что производство наноцеллюлозы может быть организовано непосредственно на месте складирования древесных отходов.

Также к перспективным можно отнести подходы, связанные с получением полилактидов и полигидроксиалканоатов (см. табл.). Они характеризуются одновременно высоким рыночным потенциалом, так как вышеобозначенные полимеры могут быть использованы как для получения дорогостоящих материалов, используемых в медицине и фармацевтике, так и позволяют решать проблему накопления отходов, уже сегодня из них изготавливают дешевые биоразлагаемые упаковочные материалы и т. п. [7].

Т а б л и ц а

**Некоторые известные подходы к переработке древесных отходов**

Исходные отходы	Особенность подхода к переработке	Целевой продукт	Рыночная стоимость продукта*	Экологичность **
Древесная мука, полученная из хвойных плит ( <i>Pinus taeda</i> ) [9]	Ферментативный гидролиз	Наноцеллюлоза с размером частиц 250 нм и менее	750 руб./кг	5
Стружка и опилки [11]	Комбинирование с гипсом	Плиты для строительства подвесных потолков	200 руб./кг	5
Сосновые опилки и полиэтилен высокой плотности [12]	Непрерывный пиролиз-риформинг	Водород	110 руб./л	2
Осиновые опилки [8]	Ферментативный гидролиз и микробиологическая трансформация	Полилактиды через молочную кислоту	100–1800 руб./кг	5
		Фумаровая кислота	100 руб./кг	5
		Янтарная кислота	400 руб./кг	5
Опилки [13]	Обогащенный продуцентами ПГА ацидогенный ил	Полигидроксиалканоаты через жирные кислоты	150–1300 руб./кг	5
Отходы сосны и тополя [14]	Ферментативный гидролиз и микробиологическая трансформация	Биоэтанол	100 руб./л	5

\* – данные из коммерческих предложений официальных поставщиков продукции на территории РФ, январь 2021 г.

\*\* – оценка по пятибалльной шкале, где наилучший показатель соответствует 5.

Таким образом, при выборе подхода к переработке отходов деревообработки следует использовать комплексный подход, ориентироваться не только на экономическую, но и экологическую и социальную составляющие. Включение биокатализаторов в химические технологические циклы позволяет улучшить экологичность процессов переработки. Достижение экономической эффективности возможно при ориентации на получение целевых продуктов с потенциально высокой добавленной стоимостью.

### Список литературы

1. Ведерников К. Е., Бухарина И. Л. Проблемы использования отходов деревообработки // Наука Удмуртии. 2017. № 4. С. 15–18.
2. Ведерников К. Е., Бухарина И. Л., Загребин Е. А. Использование отходов деревообработки для получения топливных гранул // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 11. С. 61–63.
3. Зиатдинова Д. Ф., Сафин Р. Г., Тимербаев Н. Ф., Левашко Л. И. Анализ современного состояния производства теплоизоляционных материалов и возможности создания новых материалов на основе отходов деревообработки // Вестник КазГУ. 2011. № 18. С. 63–68.
4. Денисова Т. Р., Шайхиев И. Г., Маврин Г. В., Сиппель И. Я., Мубаракшина А. Ю. Удаление нефтяных пленок с поверхности воды модифицированными отходами деревообработки липы // Вестник КазГУ. 2017. Т. 20. № 3. С. 156–158.
5. Садртдинов А. Р., Исмагилова Л. М., Мухаметзянов Р. Р. Перспективные направления переработки неликвидной древесной биомассы лесозаготовок и деревообработки // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2(2-3). С. 117–119.

6. Маслова О. В., Сенько О. В., Ефременко Е. Н. Биотехнологические процессы получения органических кислот для решения задач экономики устойчивого развития // Сборник Международной научно-практической конференции «Экологические чтения – 2018». Омск, 2018. С. 184–187.
7. Химия биомассы: биотоплива и биопластики / под ред. С. Д. Варфоломеев. М. : Научныймир, 2017. 790 с.
8. Maslova O., Stepanov N., Senko O., Efremenko E. Production of various organic acids from different renewable sources by immobilized cells in the regimes of separate hydrolysis and fermentation (SHF) and simultaneous saccharification and fermentation (SSF) // Bioresource technology. 2019. V. 272. P. 1–9.
9. Bauli C. R., Rocha D. B., de Oliviera S. A., Rosa D. S. Cellulose nanostructures from wood waste with low input consumption // Journal of Cleaner Production. 2019. V. 211. P. 408–416.
10. Generowicz N., Kowalski Z. Cascade use of post-production waste from the wood industry // Polityka Energetyczna-Energy Policy Journal, 2020, P. 87-102.
11. Pedreño-Rojas M. A., Morales-Conda N. J., Perz-Gonvales F., Rodriguez-Linan C. Eco-efficient acoustic and thermal conditioning using false ceiling plates made from plaster and wood waste // Journal of Cleaner Production. 2017. V. 166/ P. 690–705.
12. Arregi A., Amutio M., Lopez G., Artetxe M., Alvares J., Bilbao J., Olazar M. Hydrogen-rich gas production by continuous pyrolysis and in-line catalytic reforming of pine wood waste and HDPE mixtures // Energy Conversion and Management. 2017. V. 136. P. 192–201.
13. Li D., Yin F., Ma X. Towards biodegradable polyhydroxyalkanoate production from wood waste: Using volatile fatty acids as conversion medium // Bioresource Technology. 2020. V. 299. 122629.
14. Bay M. S., Karimi K., Esfahani M. S., Kumar R. Structural modification of pine and poplar wood by alkali pretreatment to improve ethanol production // Industrial Crops and Products. 2020. V. 152. 112506.

УДК 630\*221.02

**Н. Н. Теринов,**

д. с.-х. н., профессор кафедры ТОЛП, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» г. Екатеринбург, РФ,

*n\_n\_terinov@mail.ru*

**Э. Ф. Герц,**

д. т. н., профессор кафедры ТОЛП, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» г. Екатеринбург, РФ,

*gerz.e@mail.ru*

**А. В. Мехренцев,**

к. т. н., зав. каф. ТОЛП, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» г. Екатеринбург, РФ,

*mehrentsevav@m.usfeu.ru*

**В. А. Азаренок,**

д. с.-х. н., профессор кафедры ТОЛП, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» г. Екатеринбург, РФ,

*v.azarenok@yandex.ru*

### **СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ ПЕРЕСТОЙНЫХ БЕРЕЗНЯКОВ ПОСЛЕ ПЕРВОГО ПРИЕМА ВЫБОРОЧНОЙ РУБКИ**

*После первого приема равномерно-постепенной рубки выявлено увеличение темнохвойных пород в составе нижнего яруса древостоев за счет перехода крупного подроста в категорию тонкомерных деревьев. Больше чем в половине случаев сформировался II ярус. В составе подроста доминирует благонадежная ель и пихта крупной категории высот. При последнем исследовании (2019) установлено, что поврежденная в результате трелевки хлыстов, грибных заболеваний или других факторов береза из II и III категории перешла в категорию VII (деревья со структурными изъянами). Установлено, что доля таких деревьев на участках рубок составляет от 15 до 30 % по запасу. Кроме того, эта категория деревьев имеет высокую вероятность погибнуть от ветра и ее следует отнести наравне с категориями IV и V к текущему отпаду. Таким образом, в перестойных березняках период между приемами рубки должен быть минимальным. Удобным для производства документов при определении санитарного состояния деревьев является шкала 1995 года с добавлением деревьев VII категории.*

**Ключевые слова:** выборочная рубка, шкала санитарного состояния деревьев.

**N. N. Terinov,**

Doctor of Agricultural Science, Professor, Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russian Federation,

*n\_n\_terinov@mail.ru*

**E. F. Gertz,**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russian Federation,

*gerz.e@mail.ru*