

УДК 630.0.232

**И. В. Григорьев, О. И. Григорьева, А. И. Никифорова, В. М. Глуховский**  
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический  
университет имени С. М. Кирова

### **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ**

В статье рассмотрены перспективные направления развития технологических процессов лесосечных работ с учетом современных природно-производственных условий лесозаготовительного производства Российской Федерации.

Показано, что в условиях больших расстояний вывозки древесины все более актуальными становятся технологические процессы лесосечных работ, предусматривающие углубленную обработку заготовленной фитомассы дерева. Это позволяет значительно повысить эффективность использования лесовозного транспорта. Появляется возможность доставки готовой продукции и полуфабрикатов непосредственно потребителям, минуя промежуточные лесопромышленные склады. В качестве готовой продукции технологических процессов лесосечных работ с углубленной обработкой заготовленной древесины могут выступать пиломатериалы, щепа технологическая и топливная, колотые дрова, эфирные масла, топливные гранулы.

При небольших расстояниях вывозки заготовленной древесины на лесопромышленные склады или при использовании в лесозаготовительном процессе промежуточных терминалов возможно применение технологических процессов, предусматривающих вывозку заготовленной древесины в виде двух отрезков, включая кроновую часть.

Рассмотренные технологические процессы позволяют увеличить объем полезной продукции, заготовленной с единицы лесной площади, а также экономическую эффективность лесозаготовительного производства.

Все рассмотренные технологические процессы обеспечены современными лесными машинами и оборудованием, выпускаемыми в основном за рубежом.

**Ключевые слова:** лесосечные работы, верхние склады, лесопромышленные склады, топливные гранулы, древесная щепа.

**I. V. Grigorev, O. I. Grigoreva, A. I. Nikiforova, V. M. Glukhovskiy**  
St Petersburg State Forest Technical University under name of S.M. Kirov

### **PERSPECTIVE DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF LOGGING OPERATIONS**

In the article perspective directions of development of technological processes of logging operations, taking into account current environmental and production conditions of timber production in the Russian Federation.

It is shown that in conditions of large distances removals become more and more important technological processes of logging operations, providing in-depth processing of the harvested biomass of the tree. This allows you to significantly increase the efficiency of timber transport. There is a possibility of delivery of finished products and semi-finished products directly to consumers, bypassing intermediate timber depots. The quality of the finished product of technological processes of logging operations with in-depth treatment of the harvested wood may be lumber, wood chip fuel, firewood, essential oils, pellets.

At small distances removing the wood for lumber warehouses or when using the logging process of the intermediate terminals may use technological processes providing for the hauling of harvested wood in the form of two segments, including the upper branches of tree part.

Technological processes allow to increase the amount of useful product harvested per unit of forest area, as well as the economic efficiency of timber production.

All technological processes are provided with modern forest machines and equipment, mostly abroad.

**Key words:** harvesting is done, the upper warehouses, lumber depots, fuel pellets, wood chips.

**Введение.** В настоящее время в Российской Федерации преобладает сортиментная технология заготовки древесины, на которую

приходится более 70% всего объема лесозаготовок [1]. Во многом это обусловлено запретом Правилами дорожного движения выезжать

автолесовозам с хлыстами на дороги общего пользования. Без государственной поддержки лесозаготовительным предприятиям не выгодно строить специальные лесные дороги, поэтому объем вывозки древесины в хлыстах очень существенно упал [2].

В связи с истощением доступных лесосырьевых баз, плечо вывозки заготовленной древесины на лесозаготовительных предприятиях часто уже превышает 250 км [3]. Это повышает транспортную составляющую себестоимости заготовленной древесины и снижает экономическую эффективность работы лесозаготовительных предприятий. Особенно не выгодной становится перевозка везов с малым коэффициентом полндревесности по будущей готовой продукции или полуфабрикатам, т. е. если вычсть объем отходов, которые образуются при переработке перевозимой древесины впоследствии [4].

В последние годы наблюдается интерес лесозаготовителей к диверсификации их деятельности в направлении расширения номенклатуры готовой продукции, предлагаемой лесозаготовительными предприятиями потребителям – населению, деревоперерабатывающим предприятиям, коммунальным организациям и т. п. [5].

Предприятия лесного машиностроения в настоящее время выпускают большую линейку мобильного оборудования, позволяющего производить готовую продукцию и полуфабрикаты из заготовленной фитомассы в условиях верхних и промежуточных лесных складов, а также непостоянных нижних лесопромышленных складов типа 4 НС [6].

**Основная часть.** Технологию лесосечных работ с углубленной обработкой древесины можно признать перспективной, в связи с упрощением логистики перевозки лесных грузов и получением возможности доставки готовой продукции из древесины непосредственно на двор ее потребителя, минуя перевозку на деревообрабатывающие предприятия. Хотя КПД приводов мобильного деревообрабатывающего оборудования от двигателей внутреннего сгорания существенно меньше КПД приводов стационарных деревообрабатывающих станков от электродвигателей [7].

Возможен вариант технологического процесса, предусматривающего проведение на верхнем складе технологической операции по выработке пиломатериалов. В настоящий момент эта технология применяется, в основном, в мелких частных лесовладениях за рубежом. Известна такая практика и у инженерных войск для получения расходной пилопродукции в полевых условиях, например, на щиты для мише-

ней. При этом используются передвижные пилорамы на базе бензиномоторных пил, реже передвижные ленточнопильные станки, крайне редко используются передвижные многопильные шатунные пилорамы. На современный момент такая технология заготовки не получила промышленного распространения, в связи с отсутствием высокопроизводительной техники, способной эффективно производить продольную распиловку круглых лесоматериалов в условиях лесосеки. Цепные пильные аппараты к тому же имеют большую ширину пропила, что приводит к увеличению потерь древесины в опилки [8]. Вместе с тем она имеет свои преимущества, связанные с тем, что коэффициент полндревесности веза готовой продукции (пиломатериалов) будет существенно выше, чем, например, пиловочных бревен, а тем более хлыстов.

Распространен за рубежом технологический процесс, предусматривающий заготовку топливной древесины в виде колотых дров. Его применение оправдано при работе в перестойных насаждениях, при наличии вблизи осваиваемого лесосечного фонда потребителей такого топлива. Следует отметить, что в последние годы, в связи с развитием газификации территории, потребление дров во многих субъектах России существенно сократилось [9]. При этом на верхний склад доставляется дровяное долготье (обычно длиной 6 м), которое затем раскряжевывается в требуемый размер и раскалывается на передвижных разделочно-раскалывающих установках. Они могут быть навесными или прицепными, работающими от вала отбора мощности трактора. Число поленьев, на которое будет расколото дровяное бревно, зависит от его диаметра, требуемого размера поленьев и регулируется видом ножа, которым оснащен раскалывающий узел. Ножи можно заменять, в зависимости от природно-производственных условий применения этого технологического процесса.

Возможны технологические процессы, позволяющие получать топливную щепу. Они перспективны в условиях плантационного лесовыращивания энергетической древесины [10].

Известна практика создания за рубежом так называемых энергетических насаждений (или энергетических лесов), которые представляют собой плантации высаженных плотнее, чем обычно, быстрорастущих деревьев и кустарников (ивы корзиночной и козьей, тополя осинообразного, волосистоплодного и канадского, ясеня, ольхи, акации и др.) специально выращиваемых в энергетических целях для последующего производства биотоплива.оборот

рубки энергетических лесов составляет обычно от 4 до 7 лет (как правило, с применением полива и внесением удобрений). При этом прирост фитомассы в 4–6 раз превышает обычное значение для естественно растущих лесов. Встречаются утверждения, что с такого энергетического леса можно собирать до 7 т/га древесной фитомассы в год [11].

При этом может использоваться технологический процесс, предусматривающий установку на верхнем складе рубительной машины, перерабатывающей сразу целые деревья с кроной, например, фирмы «Морбарк».

Кроме того, при проведении рубок ухода за составом, когда срезаемые деревья имеют небольшие габариты, можно использовать валочно-рубительно-трелевочные машины, также называемы чипперами. Срезанные деревья рубятся в щепу, которая попадает в бункер на машине. При наполнении бункера машина движется к погрузочному пункту, где щепка перегружается в щеповоз [12].

При заготовке древесины в теплый период года, когда силы сцепления коры с древесиной минимальны, при помощи харвестеров появляется возможность ее окорки, одновременно с обрезкой сучьев при протаскивании ствола через харвестерную головку [13]. Эта возможность привела к развитию технологического процесса, который предусматривает получение на лесосеке окоренных сортиментов и их переработку в технологическую щепу на верхнем складе.

Однако здесь следует иметь в виду, что коэффициент полндревесности ввоза щепы крайне низок, а уплотнять технологическую щепу нельзя, дабы избежать нарушения ее заданных геометрических размеров [14]. Поэтому для эффективного использования этого технологического процесса необходимо, чтобы потребитель щепы находился на небольшом расстоянии.

В качестве готовой продукции, производимой на верхнем складе при помощи мобильных обрабатывающих комплексов, могут выступать короткомерные пропитанные материалы. После предварительной окорки, выполненной, например, харвестером, они могут за короткое время пропитываться в мобильных центробежных установках или установках, работающих на эффекте пьезопериодического поля [15, 16].

Еще одним перспективным вариантом является использование мобильных цехов по производству пеллет из кроновой части и низкокачественных частей стволовой древесины [17]. При этом габариты мобильной пеллетной линии соответствуют размерам 40-футового контейне-

ра (модуль сушки), удлиненного 20-футового (модуль гранулирования) и 20-футового (модуль подготовки древесины). Оборудование модулей располагается на специально изготовленных силовых рамах, которые имеют посадочные места для установки на стандартные контейнеровозы и необходимые строповочные элементы для проведения погрузочно-разгрузочных работ.

Для установки линии на верхнем складе требуется ровная горизонтальная площадка с удельной несущей способностью 1000 кг/м<sup>2</sup>.

Фактически потребляемая мощность линии, при коэффициенте использования установленной мощности 0,7, составляет 250,0 кВт. Коэффициент использования может изменяться в зависимости от свойств исходного сырья (породный состав, входящая влажность и т. д.).

Количество обслуживающего персонала в смену составляет 3 человека.

Время подготовки линии к эксплуатации составляет не более 20 ч, которые складываются из: разгрузки линии и установки модулей линии, стыковки их между собой, установки циклонов и газоходов, находящихся в транспортном положении, в положение рабочее, подключения линии к сетям энергоснабжения. Высота линии в рабочем положении увеличивается за счет установки выступающих элементов (циклонов и газоходов) до 5,6 м.

Сырье для производства – неделовая древесина диаметром до 370 мм сначала поступает на гидравлическую эстакаду, с которой поштучно поступает на древокол, где происходит раскряжевка хлыста на отрезки до 0,5 м и их расколка. Далее сырье по транспортеру подается на рубительную машину, а от нее полученная щепка поступает на бункер-питатель и конвейер, а с него на дисковый сепаратор, который позволяет частично отсортировать от щепы кору и иные случайные предметы (в т. ч. камни), которые не должны попасть в дальнейшую переработку. Отсортированная щепка поступает на молотковую дробилку. Далее при помощи конвейера готовая древесная масса поступает через распределитель сырья в теплогенератор и в сушильный барабан роторного типа. Высушенное сырье поступает в циклон пневморазгрузки и далее на молотковую дробилку. Отработанные газы удаляются из циклона дымососом через дымовую трубу в атмосферу. После молотковой дробилки через циклон измельченная древесина поступает в пресс-гранулятор. Готовые гранулы при помощи ленточно-скребкового конвейера поступают в охладитель и далее в вибросито. От вибросита готовые просеянные гранулы при

помощи ленточно-скребкового конвейера поступают на фасовку. Некондиционные гранулы и пыль после охладителя и вибросита при помощи циклона и системы пневмотранспорта направляются повторно на гранулирование.

На площадке верхнего склада возможно и производство эфирных масел методом паровой дистилляции, для этого используется хвоя и лапки хвойных пород древесины. Объем такого сырья, который может быть переработан паровой отгонкой, составляет 56 кг с 1 м<sup>3</sup> заготавливаемой древесины.

Объем готовой продукции (эфирных масел) зависит от породы древесины. Наибольший выход дает пихта – до 5%, наименьший ель – 0,5%. Указанные проценты выхода относятся к абсолютно сухой массе. При средней влажности сырья на переработку, равной 45–50%, указанные цифры, при пересчете на сырую массу, уменьшаются вдвое.

Ввиду того, что структура пород древесины, идущей на производство эфирных масел, неизвестна, а также ввиду того, что выход эфирных масел сильно зависит от места и времени сбора, заранее точно определить выход готовой продукции (эфирных масел) не представляется возможным.

Для перегонки древесины используется пар, получаемый при помощи вспомогательного парового котла, работающего на топливной щепе.

Хвоя и лапки не должны измельчаться. Лучше всего, чтобы маленькие ветви со стеблями, не более чем 2,5 см, были уложены в стороне, а затем собраны подборщиком сучьев гребельного типа.

Сырье подается в установку перегонки масла. С помощью тракторного погрузчика сырье укладывается на загрузочный стол дистиллятора и далее руками подается в открытый дистиллятор. Эта операция занимает не более 30 мин.

Дистиллятор оснащается двойным дном и перфорированным барабаном. Сырье укладывается в дистиллятор до тех пор, пока он не заполнится.

Крышка дистиллятора опускается и фиксируется с помощью затвора.

Экстракция сырья может занимать от 2 до 12 ч (зависит от материала).

Полученное эфирное масло хранится в бочках либо может перерабатываться дальше. В некоторых случаях водный дистиллят, который образуется как побочный продукт также может храниться в резервуаре и повторно использоваться в технологическом процессе.

Экстрактивная линия, как и предыдущая пеллетная, монтируется на контейнерной базе и может перемещаться.

На лесоинженерном факультете СПбГЛТУ была разработана технология заготовки древесины полудеревьями, которая эффективно повышает объем заготовленной древесины с единицы площади и целесообразна для использования при небольших расстояниях вывозки заготовленной древесины на нижний лесопромышленный склад [18].

Этот способ имеет следующие отличия от известных:

- после валки деревьев осуществляют их разделение на комлевую и вершинную части, при этом границу раздела выполняют в зоне сваленного дерева, в которой диаметр ствола составляет величину, меньшую принятого стандартом диаметра пиловочника;

- пачки и возы формируют отдельно соответственно из комлевых и вершинных частей;

- транспортировку и пачек, и возов осуществляют без контакта с землей в полностью погруженном состоянии;

- погрузочные пакеты могут быть сформированы из пачек и возов отдельно соответственно из комлевых частей деревьев и вершинных частей;

- погрузочные пакеты могут быть сформированы из пачек и возов отдельно, соответственно из комлевых частей деревьев, вершинных частей, а также – комбинированные;

- комбинированные погрузочные пакеты формируют из пачек и возов вершинных частей деревьев и частично уплотняют уложенными сверху пачками или возами из комлевых частей деревьев.

Первый вариант заготовки полудеревьев напоминает скандинавский метод заготовки и предусматривает, что после валки деревьев выполняется их деление на два отрезка – комлевое долготье (например, до диаметра ствола 16 см), а также оставшуюся вершинную часть с кроной. Процесс деления выполняется после среза дерева. Вершинная часть укладывается в пакет, отдельно от комлевой части.

Пакеты долготья и вершинных отрезков формируются вдоль волока. Трелевочная машина производит отдельный сбор отрезков долготья и вершинной части и их доставку к верхнему складу или погрузочному пункту в полностью погруженном положении.

Это позволяет не производить очистку деревьев от сучьев на лесосеке или на верхнем складе, что существенно уменьшает трудозатраты на очистку лесосек от порубочных остатков, а также позволяет увеличить объем древесины, доставляемой на лесопромышленный склад, до 18% с каждого гектара лесосеки, чем при вывозке лесоматериалов в виде хлыстов или сортиментов.

Значительно уменьшается загрязненность лесоматериалов минеральными веществами за счет трелевки в полностью погруженном положении. Уменьшается расход топливно-смазочных материалов, т. к. сопротивление перемещению пачки при трелевке в полностью погруженном положении существенно меньше, нежели полупогруженном или полуподвешенном.

Уменьшаются удельные затраты на проектирование, строительство и эксплуатацию лесовозных дорог (до 18%) за счет увеличения объема древесины, вывозимой с единицы лесопокрытой площади. Уменьшается общая удельная себестоимость заготавливаемой древесины за счет получения дополнительного объема сверх баланса.

Такой технологический процесс в качестве головной машины предполагает использование валочно-делительной машины (ВДМ), способной производить снятие деревьев с пня и их вынос в вертикальном положении (как ВПМ) и выполнять операцию деления на комлевой и вершинный отрезки над волоком, что позволяет использовать этот процесс как при сплошных, так и при выборочных рубках и сохранять подрост. Прототипом такой машины может служить лесозаготовительная машина МЛ-20. Или ВДМ, выполняющая процессы срезания дерева, его валки и деления без выноса на волок, что возможно для случая сплошных рубок без сохранения подроста.

Другой вариант заготовки полудеревьев предусматривает трелевку деревьев и их деление на комлевой и вершинный отрезки на верхнем складе при помощи процессора.

Для осуществления трелевки и вывозки полудеревьев сотрудниками кафедры «Технологии лесозаготовительных производств» СПбГЛТУ разработан новый вариант лесовозного транспорта [19].

Разработанная модель может быть использована при погрузке пачек и возов из вершинных частей деревьев или, например, порубочных остатков на лесовозный транспорт.

Предлагаемая конструкция позволяет повысить грузоподъемность лесовозного транспорта за счет увеличения коэффициента полнодревесности перемещаемого воза, состоящего из вершинных частей деревьев, или, например, порубочных остатков.

Кроме того, появляется возможность повысить производительность лесовозного транспорта и уменьшить удельный расход топлива при транспортировке.

Вывозка вершинных частей деревьев с кроной имеет недостаток - низкое использование полез-

ной грузоподъемности лесовозного транспорта из-за низкого коэффициента полнодревесности перемещаемого воза вершинной части деревьев.

Также низкое использование полезной грузоподъемности лесовозного транспорта из-за низкого коэффициента полнодревесности перемещаемого воза имеет место при формировании пачек и возов из порубочных остатков.

Техническая задача разработанного решения – повышение грузоподъемности лесовозного транспорта за счет увеличения коэффициента полнодревесности перемещаемого воза, состоящего из вершинных частей деревьев или, например, порубочных остатков.

Поставленная задача достигается тем, что лесовозный транспорт, включающий приспособление для размещения в нем воза лесоматериалов, имеющее раму с ограждением в виде бортов, снабжен устройством многоступенчатого последовательного уплотнения загружаемых возов, выполненным в виде последовательно смонтированных вдоль бортов уплотняющих пар, каждая из которых содержит левую и правую приводные поворотные стойки.

Разработанная конструкция имеет следующие отличия от известных:

- лесовозный транспорт снабжен устройством многоступенчатого последовательного уплотнения загружаемых возов;

- устройство многоступенчатого последовательного уплотнения загружаемых возов выполнено в виде последовательно смонтированных вдоль бортов уплотняющих пар, каждая из которых содержит левую и правую приводные поворотные стойки.

**Заключение.** Рассмотренные технологические процессы, технические и технологические решения позволяют повысить эффективность лесозаготовительного производства за счет более полного использования заготавливаемой фитомассы деревьев и полезной грузоподъемности лесовозного транспорта. Кроме этого, они дают возможность диверсификации лесозаготовительного производства за счет увеличения линейки предлагаемой потребителям готовой продукции и полуфабрикатов.

Это позволит создать новые рабочие места, увеличить прибыль, снизить социальную напряженность в местах расположения лесозаготовительных предприятий, в которых других рабочих мест, как правило, нет [20].

Возможно дальнейшее совершенствование рассмотренных технологических процессов и оборудования за счет совмещения операций и сокращения числа машин при определенном снижении производительности.

### Литература

1. Григорьев И. В., Григорьева О. И. Процессы лесосечных работ. Хлыстовая и сортиментная технологии // Лесозаготовка. Бизнес и профессия. 2015. № 1. С. 18–22.
2. Григорьев И. В. С грамотным подходом к лесу // Дерево.ru. 2015. № 1. С. 24–30.
3. Григорьев И. В. Направления развития лесозаготовительной отрасли России // Лесной регион. 2015. № 2. С. 11–12.
4. Григорьев И. В., Куницкая О. А. Современные концепции лесопользования // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 2–2 (13–2). С. 212–215.
5. Куницкая О. А. Перспективы развития нижних лесопромышленных складов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 2–2. С. 246–249.
6. Куницкая О. А. Актуальные проблемы лесозаготовительного производства в России на рубеже 2015 года // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 5–4 (10–4). С. 183–186.
7. Методика определения топливной экономичности бензомоторных пил / И. К. Александров [и др.] // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2010. № 2. С. 112–117.
8. Григорьев И. В., Тарабан М. В., Вернер Н. Н. Методика расчета трещиностойкости пильных цепей // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2007. № 20. С. 91–94.
9. Куницкая О. А., Григорьев И. В. Переработка низкотоварной древесины: проблемы и перспективы // Энергия: экономика, техника, экология. 2015. № 9. С. 70–75.
10. Григорьев И. В., Тихонов И. И., Куницкая О. А., Никифорова А. И., Григорьева О. И. Создание топливной щепы // Дерево.ru. 2014. № 6. С. 68–71.
11. Лесная биоэнергетика: учебное пособие / Ю. П. Семенов [и др.]; под общ. ред. Ю. П. Семенова. 2-е изд. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. 348 с.
12. Системы машин для заготовки и переработки низкотоварной древесины на топливную щепу в условиях лесосеки / И. В. Григорьев [и др.] // Инновации в промышленности и социальной сфере: материалы республиканской научно-практической конференции. Петрозаводск: ПетрГУ, 2015. С. 30–33.
13. Газизов А. М., Шапиро В. Я., Григорьев И. В. Анализ современных методик расчета основных параметров окорки режущим инструментом и пути их уточнения // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2008. № 21. С. 231–235.
14. Поиск новых технических решений для повышения эффективности производства технологической щепы / О. А. Куницкая [и др.] // Интенсификация формирования и охраны интеллектуальной собственности: материалы республиканской научно-практической конференции, посвященной 75-летию ПетрГУ. Петрозаводск: ПетрГУ, 2015. С. 14–15.
15. Grigorev I. V., Grigorev G. V., Nikiforova A. I., Kunitckaia O. A., Dmitrieva I. N., Khitrov E. G., Pásztor Z. Experimental study of impregnation birch and aspen samples // BioResources. 2014. Vol. 9, no. 4. P. 7018–7026.
16. Куницкая О. А., Бурмистрова С. С., Гончаров Ю. А. Поиск новых технических решений для повышения эффективности пропитки древесины // Интенсификация формирования и охраны интеллектуальной собственности: материалы республиканской научно-практической конференции, посвященной 75-летию ПетрГУ. Петрозаводск: ПетрГУ, 2015. С. 16–17.
17. Куницкая О. А., Григорьев И. В. К вопросу рационального использования НКД // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2, № 3–4 (8–4). С. 147–151.
18. Тихонов И. И., Григорьев И. В., Григорьева О. И., Жукова А. И. Способ проведения лесозаготовительных работ. Патент на изобретение RUS, 2374829, 20.03.2008.
19. Григорьев И. В., Тихонов И. И. Конструкции для учета веса и предотвращения перегруза грузовых автомобилей // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 4–1 (15–1). С. 36–39.
20. Куницкая О. А. Обоснование направлений диверсификации обработки низкотоварной древесины на комплексных лесопромышленных предприятиях с использованием инновационных технологий: дис. ... д-ра техн. наук. Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. 297 с.

## References

1. Grigorev I. V., Grigoreva O. I. [Processes for logging operations. Whiplash and Assortment Technology]. *Lesozagotovka. Biznes i professija* [Logging. Business and profession], 2015, no. 1, pp. 18–22 (In Russian).
2. Grigorev I. V. [With a competent approach to the forest]. *Derevo.ru* [Tree.ru], 2015, no. 1, pp. 24–30 (In Russian).
3. Grigorev I. V. [Directions of development of timber industry of Russia]. *Lesnoj region* [Forest region], 2015, no. 2, pp. 11–12 (In Russian).
4. Grigorev I. V., Kunitskaja O. A. [Modern concepts of forest management]. *Aktual'nye napravlenija nauchnyh issledovanij XXI veka: teorija i praktika* [Actual directions of scientific researches of the XXI century: theory and practice], 2015, vol. 3, no. 2–2 (13–2), pp. 212–215 below (In Russian).
5. Kunitskaja O. A. [Prospects of development of the lower lumber warehouses] *Aktual'nye napravlenija nauchnyh issledovanij XXI veka: teorija i praktika* [Actual directions of scientific researches of the XXI century: theory and practice], 2015, vol. 3, no. 2–2, pp. 246–249 (In Russian).
6. Kunitskaja O. A. Actual problems of timber production in Russia at the turn of 2015. *Aktual'nye napravlenija nauchnyh issledovanij XXI veka: teorija i praktika* [Actual directions of scientific researches of the XXI century: theory and practice], 2014, vol. 2, no. 5–4 (10–4), pp. 183–186 (In Russian).
7. Aleksandrov, I. K., Grigorev I. V., Ivanov V. A., Yelizarov Yu. M., Chudnov Yu. [The method of determining the fuel economy of gasoline chain saws]. *Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Krasnoyarsk state agrarian University], 2010, no. 2, p. 112–117 (In Russian).
8. Grigorev I. V., Taraban M. V., Werner N. N. [Method of calculating the fracture toughness of saw chains]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of forest complex], 2007, no. 20, pp. 91–94 (In Russian).
9. Kunitskaja O. A., Grigorev V. I. [Processing of low-grade wood: problems and prospects]. *Jenergija: jekonomika, tehnika, jekologija* [Energy: Economics, technique, ecology], 2015, no. 9, pp. 70–75 (In Russian).
10. Grigorev I. V., Tikhonov I. I., Kunitskaja O. A., Nikiforova A. I., Grigoreva O. I. [Creating fuel chips]. *Derevo.ru* [Tree.ru], 2014, no. 6, pp. 68–71 (in Russian).
11. Semenov Yu. P., Hillring B., Parikka A., Stern T., Seisen-Baeva G., Olson W., Levin A. B., Homenko A. V., Hutorova N. A., Sukhanov V. S., Lubov V. K., Holodkov, V. S., Tchernichovsky D. M., Alekseev A. S., Kunitskaja O. A., Yagodin, V. I., Filatov B. N., Kovalev O. P., Markova I. A., Shpakov F. V. *Lesnaya bioenergetika* [Forest bioenergy]. Under the General editorship of Yu. P. Semenov. 2nd ed. Moscow.: GOU VPO at MSFU Publ., 2010. 348 p.
12. Grigorev I. V., Tikhonov I. I., Lokshtanov B. M., Kunitskaja O. A. [Of machines for harvesting and processing low-grade wood chips for fuel in the conditions of cutting area]. *Innovacii v promyshlennosti i social'noj sfere. Materialy respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [In the collection: Innovatie in industry and the social sphere / proceedings of the Republican scientific-practical conference]. Petrozavodsk, PetrGU, 2015, pp. 30–33 (In Russian).
13. Gazizov A. Shapiro, V. Y., Grigorev I. V. [Analysis of modern methods of calculation of main parameters of debarking cutting tool and the ways to make them more precise]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of forest complex], 2008, no. 21, pp. 231–235 (In Russian).
14. Kunitskaja O. A., Lokshtanov B. M., Grigorev I. V., Kunitskaja D. E., Lukin A. E. [The Search for new technical solutions to improve the efficiency of manufacturing of wood chips]. *Intensifikacija formirovanija i ohrany intellektual'noj sobstvennosti. Materialy respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 75-letiju PetrGU* [The Intensification of the formation and protection of intellectual property. Proceedings of the Republican scientific-practical conference dedicated to the 75th anniversary of PetrSU]. Petrozavodsk, PetrSU, 2015, pp.14–15 (In Russian).
15. Grigorev V. I., Grigorev G. V., Nikiforova A. I., Kunitckaia O. A., Dmitrieva I. N., Khitrov, G. E., Pászatory Z. Experimental study of impregnation revision birch and aspen samples [BioResources], 2014, vol. 9, no. 4, pp. 7018–7026.
16. Kunitskaja O. A. Burmistrova, S. S., Goncharov Yu. A. [The Search for new technical solutions to improve the efficiency of the impregnation of wood] *Intensifikacija formirovanija i ohrany intellektual'noj sobstvennosti Materialy respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 75-letiju PetrGU* [The Intensification of the formation and protection of intellectual property Materials of the Republican scientific-practical conference dedicated to the 75th anniversary of PetrSU]. Petrozavodsk: PetrSU Publ., 2015, pp.16–17 (In Russian).

17. Kunitskaja O. A., Grigorev I. V. [Rational use of NAC]. *Aktual'nye napravlenija nauchnyh issledovanij XXI veka: teorija i praktika* [Actual directions of scientific researches of the XXI century: theory and practice], 2014, vol. 2, no. 3–4 (8–4), pp. 147–151 (In Russian).

18. Tikhonov I. I., Grigorev I. V., Grigoreva O. I., Zhukova A. I. [Method of conducting logging operations]. *Patent na izobretenie* [The patent for invention] RUS, 2374829, 20.03.2008 (In Russian).

19. Grigorev I. V., Tikhonov I. I. [The Design to account for weight and to prevent overloading of trucks] *Aktual'nye napravlenija nauchnyh issledovanij XXI veka: teorija i praktika* [Actual directions of scientific researches of the XXI century: theory and practice], 2015, vol. 3, no. 4–1 (15–1), pp. 36–39 (In Russian).

20. Kunitskaja A. O. [The Justification of the directions of diversification of processing on semi-subsistence wood complex wood industries using innovative technologies]. *Dis. dokt. tekhn. nauk* [Dis. Doct. of techn. sci.]. Ekaterinburg: Urals state forest engineering University Publ., 2015. 297 p.

#### Информация об авторах

**Григорьев Игорь Владиславович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии лесозаготовительных производств (194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5, Российская Федерация). E-mail: silver73@inbox.ru

**Григорьева Ольга Ивановна** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесоводства (194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5, Российская Федерация). E-mail: grigoreva\_o@list.ru

**Никифорова Антонина Ивановна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии лесозаготовительных производств (194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5, Российская Федерация). E-mail: tlzp@inbox.ru

**Глуховский Валентин Михайлович** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии лесозаготовительных производств (194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5, Российская Федерация). E-mail: lif.spb.lta@mail.ru

#### Information about the authors

**Grigoriev Igor Vladislavovich** – DSc (Engineering), Professor, Head of the Department of technology of logging operations (5, Institutskiy per., 194021, Saint-Petersburg, Russian Federation). E-mail: silver73@inbox.ru

**Grigoryeva Olga Ivanovna** – PhD (Agriculture), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of forestry (5, Institutskiy per., 194021, Saint-Petersburg, Russian Federation). E-mail: grigoreva\_o@list.ru

**Nikiforova Antonina Ivanovna** – PhD (Engineering), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of technology of logging operations (5, Institutskiy per., 194021, Saint-Petersburg, Russian Federation). E-mail: tlzp@inbox.ru

**Glukhovskiy Valentin Mikhailovich** – PhD (Engineering), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of technology of logging operations (5, Institutskiy per., 194021, Saint-Petersburg, Russian Federation). E-mail: lif.spb.lta@mail.ru

Поступила 08.02.2015