

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 630\*31(043.3)

**КОРОЛЕНЯ**  
Руслан Олегович

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫВОЗКИ  
ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ НА ОСНОВЕ  
ПРИОРИТЕТНОСТИ ПОСТАВОК**

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

по специальности 05.21.01 – технология и машины  
лесозаготовок и лесного хозяйства

Минск 2014

Работа выполнена на кафедре лесных дорог и организации вывозки древесины  
учреждения образования  
«Белорусский государственный технологический университет»

**Научный руководитель**

Насковец Михаил Трофимович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой лесных дорог и организации вывозки древесины учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

**Официальные оппоненты:**

Матвейко Александр Петрович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

Богданович Сергей Валерьевич, кандидат технических наук, первый заместитель директора Белорусского дорожного научно-исследовательского института «БелдорНИИ»

**Оппонирующая организация**

Кафедра организации автомобильных перевозок и дорожного движения Белорусского национального технического университета

Защита диссертации состоится «16» сентября 2014 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании Совета по защите диссертаций Д 02.08.06 при учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» по адресу: 220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, ауд. 240, корп. 4.

Тел.: (8-017) 327-83-41, факс: (8-017) 327-62-17, e-mail: lmitiz@belstu.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Автореферат разослан «15» августа 2014 года

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций  
кандидат технических наук



С. П. Мохов

## ВВЕДЕНИЕ

Древесина является важнейшим видом возобновляемых природных ресурсов, играющим одну из ведущих ролей в развитии экономики Республики Беларусь. Наибольшие объемы древесины в стране осваиваются структурными подразделениями Министерства лесного хозяйства. При этом доля сортиментной вывозки достигает 85%.

Сортиментная технология наряду с обеспечением собственных нужд предприятий заготовителей дает возможность поставлять заготовленную древесину непосредственно конкретному потребителю. Вместе с тем, эффективное управление транспортным процессом при сортиментной технологии сопряжено с трудностями, возникающими в связи с территориальной разбросанностью мест заготовки древесины и потребителей. Указанное обстоятельство, как и несоответствие расчетной густоты лесных дорог оптимальной, а также несбалансированность парка специализированных транспортных средств, негативно сказывается на эффективности транспортной фазы технологического процесса заготовки древесины. Поэтому решение вопросов организации эффективных поставок древесины в лесном комплексе Республики Беларусь является актуальным.

Однако используемые в настоящее время подходы в организации и управлении лесозаготовительным производством не позволяют в полной мере осуществлять эффективное прогнозирование и непосредственно поставки древесины потребителям. Оценка эффективности транспортной фазы главным образом осуществляется по критерию минимума транспортных затрат предприятий-заготовителей при ее транспортировке по маятниковым и веерным маршрутам, что не позволяет в достаточной степени учитывать интересы потребителей и различные схемы поставок. Исходя из этого, обоснование схем и очередности поставок должно базироваться не только на интересах предприятий-заготовителей, но также должно учитывать ограничения по срокам поставок потребителям с минимизацией упущенной выгоды от несвоевременной доставки древесины.

Для решения задач обеспечения эффективности вывозки заготовленной древесины потребителям впервые предложено обоснование выбора схем и очередности поставок, основанное на использовании критерия приоритетности транспортного обслуживания предприятий-потребителей. Разработана методика определения продолжительности рейса лесовозного автотранспорта, основанная на статистическом описании структуры затрат времени транспортировки, позволяющая с высокой точностью моделировать транспортный процесс и составлять почасовые графики работы лесовозной техники.

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами.** Тема диссертационной работы соответствует приоритетным направлениям фундаментальных и прикладных научных исследований в Республике Беларусь и научному направлению кафедры лесных дорог и организации вывозки древесины БГТУ. Диссертационная работа выполнялась в

рамках следующих НИР: БС 26–211 «Разработать и внедрить оптимальные схемы транспортного освоения лесов, рекомендации по созданию экономичных дорожных конструкций и технологии строительства новых и усиления существующих лесотранспортных путей для освоения труднодоступного лесосечного фонда», № ГР 20064123, 2006–2010 гг. (ГНТП «Управление лесами и рациональное лесопользование»); ИФЗ 10–064 «Разработка отраслевой программы развития лесозаготовительных организаций концерна “Беллесбумпром”», № ГР 20101479, 2010 г.; ГБ 9–11 «Совершенствовать транспортно-технологические процессы лесопромышленного производства, структуру лесотранспортных сетей, нормативную базу и конструкции лесных автомобильных дорог», 2011–2015 гг.

**Цель и задачи исследования.** Цель работы – обеспечение эффективности процесса вывозки древесины потребителям на основе рационального выбора маршрутов вывозки с учетом приоритетности выполнения поставок.

Для достижения поставленной цели сформулированы и решены следующие задачи:

1) проанализировать современное состояние транспортной фазы лесозаготовительного производства в Республике Беларусь на основе показателей работы предприятий лесной отрасли; изучить существующие методы и методики оптимальной организации и планирования лесных грузопотоков, а также определения скоростных характеристик движения лесовозной техники;

2) установить критерий приоритетности транспортного обслуживания потребителей заготовленной древесины и на его основе разработать метод прогнозирования поставок;

3) разработать систему, описывающую затраты времени на транспортный процесс вывозки древесины с учетом современных тенденций в лесозаготовительном производстве и на его основе разработать методику расчета продолжительности выполнения рейсов при различных способах и схемах организации работы лесовозных транспортных средств;

4) выполнить комплекс экспериментально-производственных исследований по определению основных показателей работы лесовозных транспортных средств, оценке экономической эффективности обоснования очередности поставок, а также проверке адекватности разработанной методики расчета продолжительности выполнения рейсов лесовозных транспортных средств.

*Объектом исследования* является транспортный процесс перевозок заготовленной древесины. *Предметом исследования* являются схемы и маршруты поставок древесины потребителям, а также лесовозные транспортные средства.

**Положения, выносимые на защиту:**

– метод прогнозирования транспортной фазы технологического процесса заготовки древесины, включающий установление приоритетности поставок по значениям функции срочности ее перевозки в зависимости от объемов потребности в древесине и требуемых сроков поставок, позволяющий мини-



минимизировать транспортные затраты предприятий и обеспечить сохранность древесины;

– методика расчета продолжительности выполнения рейсов лесовозных транспортных средств, основанная на разработанных аналитических зависимостях, учитывающих коэффициенты сложности движения для различных типов лесовозной техники, протяженности участков маршрута вывозки древесины с различными типами покрытий, различные схемы и сезонность выполнения поставок, обеспечивающая обоснованный выбор лесовозных автопоездов на вывозке древесины;

– экспериментально установленные коэффициенты сложности движения лесовозных автопоездов, определяемые из соотношения продолжительности проезда одного километра по различным типам покрытий к продолжительности проезда одного километра по асфальтобетонному покрытию, на участках автодорог различных технических категорий, слагающих маршруты поставок, позволяющие реализовать предложенную методику расчета продолжительности выполнения рейсов лесовозных транспортных средств.

**Личный вклад соискателя.** Диссертация является результатом личной работы автора. Им выполнен анализ показателей работы лесозаготовительного производства в Республике Беларусь и проведен анализ научной литературы по теме диссертации. Цель и задачи исследования сформулированы совместно с научным руководителем доцентом М. Т. Насковцом. Автором разработан метод прогнозирования поставок заготовленной древесины, методика расчета продолжительности рейса лесовозных транспортных средств, а также установлены коэффициенты сложности движения автопоездов. Соискателем проведены экспериментально-производственные исследования, выполнена статистическая обработка полученных результатов и их апробация. Соавтор публикаций по научным результатам, вошедшим в диссертацию (научный руководитель) участвовал в их обсуждении.

**Апробация результатов диссертации.** Основные результаты и положения диссертационной работы были доложены и одобрены на 70–77 научно-технических конференциях БГТУ (Минск, 2006–2013 гг.), международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Российская федерация, г. Йошкар-Ола, 20–21 апреля 2012 г.), научной конференции «Технические науки: теоретические и прикладные аспекты» (в рамках I Форума Союзного государства вузов инженерно-технологического профиля, БНТУ, г. Минск, 22–25 мая 2012 г.), I дистанционной европейской конференции «*Science progress in European countries: new concepts and modern solutions*» (Германия, г. Штутгарт, 29 марта 2013 г.).

**Опубликованность результатов диссертации.** По результатам исследований опубликовано 19 печатных работ, в том числе 9 статей в рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК по специальности, объемом 4,0 авторского листа, 4 публикации в других научных изданиях, 4 материала научной конференции и тезиса докладов, 2 патента на изобретения Республики Беларусь.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, 4 глав, заключения, библиографического спи-

ска и приложений. Полный объем диссертации составляет 225 страниц, из них 62 иллюстраций занимают 23 страницы, 31 таблица – 22 страницы, 13 приложений – 97 страниц. Библиографический список включает 115 наименований использованных источников на 12 страницах, из них 19 – собственные публикации автора на 2 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Введение** содержит обоснование вопросов организации перевозок древесины, решение которых позволит обеспечить эффективность поставок древесины. Отражены актуальность диссертации, значимость полученных результатов для лесной отрасли Республики Беларусь и их научная новизна.

**В первой главе** рассмотрено состояние лесозаготовительного производства в Республике Беларусь в настоящее время. Дана оценка эффективности работы лесного комплекса с анализом лесозаготовительного производства: объемов расчетной лесосеки и показателей ее использования; объемов и структуры потребления древесины; наличия лесовозной техники на предприятиях и ее технического состояния. Установлено, что наибольший удельный вес (около 66%) поставок древесины потребителям приходится на автомобильный транспорт. Причем на вывозке сортиментов потребителям используются, в основном, сортиментовозы на базе тягачей МАЗ и «Урал».

Анализ динамики заготовки ликвидной древесины и объемов ее вывозки позволил установить, что ежегодно в республике наблюдается дисбаланс между объемами заготовленной и своевременно вывезенной древесины (до 12%), что негативно сказывается на эффективности лесозаготовительного производства.

Установлено, что эффективная организация транспортного процесса в условиях значительного количества потребителей требует высокого уровня управления поставками древесины с учетом ограничений по времени.

Проблемой организации и управления транспортным процессом с целью повышения его эффективности занимались Алябьев В. И., Борозна А. А., Вырко Н. П., Горбачевский В. Я., Леонович И. И., Павлов Ф. А., Редькин А. К., Салминен Э. О., Шегельман И. Р., Dr. Karl Stampfer и другие. Оценка эффективности перевозок в работах указанных авторов не учитывает затраты, связанные с несвоевременной доставкой древесины, что в условиях современных требований ритмичности лесозаготовительного производства не позволяет в полной мере осуществлять прогнозирование поставок древесины.

Помимо этого, определено, что для эффективной практической реализации методов организации лесных грузопотоков необходимо с достаточной точностью знать продолжительность поставок заготовленной древесины. Это необходимо не только для эффективной работы лесовозных транспортных средств на вывозке заготовленной древесины, но и для оценки тех или иных схем и маршрутов с точки зрения выполнения обязательств по срокам поставок.

Основополагающий вклад в исследования процессов перемещения древесины и разработку методов определения скорости и времени движения лесовозных транспортных средств внесли ученые Алябьев В. И., Бельский А. Е., Вавилов А. В., Великанов Д. П., Вырко Н. П., Ильин Б. А., Курья-

нов В. К., Матвейко А. П., Сильянов В. В., Скрыпник В. И., Хавкин К. А., Хорошилов Н. Ф., Шегельман И. Р., Tuomo Nurminen, Jaakko Heinonen и другие. Обзор и анализ работ указанных авторов показали, что в настоящее время описать затраты времени на поставку древесины потребителям с учетом всех факторов, влияющих на продолжительность поставок, аналитическим путем затруднительно и, следовательно, требуется разработка нового подхода для определения продолжительности рейса лесовозных автопоездов.

С учетом известных в теории и практике лесотранспорта методов и методик организации транспортного процесса лесных грузопотоков, а также в результате изучения основных показателей функционирования лесного комплекса на современном этапе развития, сформулированы цель и задачи исследований.

Во второй главе дано описание объекта и методов проведения исследований. Представлена структурная схема проведения теоретических и экспериментальных исследований.

Теоретические исследования направлены на изучение процесса поставок древесины потребителям и методики его прогнозирования с учетом фактора времени. Разработка и обоснование методики расчета продолжительности выполнения рейсов лесовозных транспортных средств основаны на логико-профессиональном анализе транспортного процесса и использовании методов аналогии и структуризации.

Экспериментальные исследования включали: установление количественных показателей затрат времени при осуществлении транспортного процесса в ГОЛХУ «Осиновичский опытный лесхоз» методом фотохронометражных наблюдений; определение продолжительности движения сортиментовозов МАЗ-630308 + МАЗ 83781020 и Урал-43202 + 2ПР4 в течение года по различным маршрутам методом прямого измерения; качественно-количественную оценку маршрутов работы сортиментовозов; измерение высотных отметок контрольного маршрута посредством геометрического нивелирования методом «из середины». Для планирования экспериментальных исследований и статистической обработки полученных данных использовались известные методики: обоснование количества замеров продолжительности движения по маршрутам проводилось на основании предварительной серии замеров по известной зависимости; проверка гипотезы об однородности дисперсий продолжительности проезда одного километра проводилась с помощью критерия Бартлетта; проверка гипотезы о нормальности закона распределения продолжительности проезда одного километра в различные периоды года – по критерию Пирсона; оценка адекватности расчетных значений продолжительности движения фактическим проводилась на основании значений критерия Фишера.

Третья глава посвящена разработке метода прогнозирования транспортной фазы технологического процесса заготовки древесины. Впервые предложена и решена задача организации лесных грузопотоков с учетом минимизации упущенной выгоды от несвоевременно вывезенной и доставленной древесины, которая сформулирована следующим образом. У предприятия имеется  $J$  погрузочных площадок и  $N$  промежуточных пунктов, на кото-



рых имеются запасы заготовленной древесины:  $Q_i^j$  и  $Q_n^m$ . Имеется  $K$  потребителей с потребностями в древесине  $P_k^j$ , древесина которым должна быть доставлена не позднее установленных нормативных сроков  $Tn_1, Tn_2, \dots, Tn_k$ . За каждый час несвоевременной доставки предусмотрены штрафные санкции. Необходимо так организовать транспортный процесс, чтобы древесина была доставлена потребителям в полном объеме, необходимого сорта, с минимальными транспортными затратами и в установленные сроки. Если организовать поставку древесины в нормативные сроки невозможно, то упущенная выгода, связанная с несвоевременными поставками, должна быть минимальной.

Для решения поставленной задачи на первом этапе определены основные схемы работ лесовозных транспортных средств в Республике Беларусь. По типу связи между местами погрузки и разгрузки схемы организации перевозок разделены на три группы: «один к одному» (маятниковые маршруты перевозки), «один ко многим» (веерные и маятниковые-развозочные маршруты) и «многие ко многим» (сборные, развозочные, сборно-развозочные и кольцевые маршруты). Выбор той или иной схемы поставок заготовленной древесины потребителям должен обеспечивать минимум транспортных затрат на поставку всего заявленного объема древесины и выдерживать нормативные сроки поставок. В условиях ограниченного количества лесовозных транспортных средств, что характерно для предприятий лесного комплекса Республики Беларусь, соблюдение указанных условий связано с установлением рациональной очередности выполнения рейсов. Для чего на втором этапе, в результате выполненных исследований и анализа литературных источников, специфики и особенностей лесного комплекса, установлен критерий приоритетности транспортного обслуживания предприятий-потребителей – функция срочности перевозки древесины (ФСПД) [4-А, 5-А, 9-А, 10-А, 11-А, 13-А, 17-А], которую предложено определять по зависимости 1.

$$\left\{ \begin{array}{l} W_i(t_\tau) = \frac{Q_i(t_\tau) \cdot C}{t_n^n - (t_\tau + t_i^n)} \text{ при } t_\tau < t_n^n - t_i^n, \\ W_n = \frac{Q_n \cdot C}{t_n^n} \text{ при } t_\tau = t_n^n - t_i^n, \\ W_s(t_\tau) = \frac{Q_n \cdot C}{t_n^n} + Q_s(t_\tau) \cdot (t_\tau + t_s^n - t_n^n) \cdot S_d \text{ при } t_\tau > t_n^n + t_s^n. \end{array} \right. \quad (1)$$

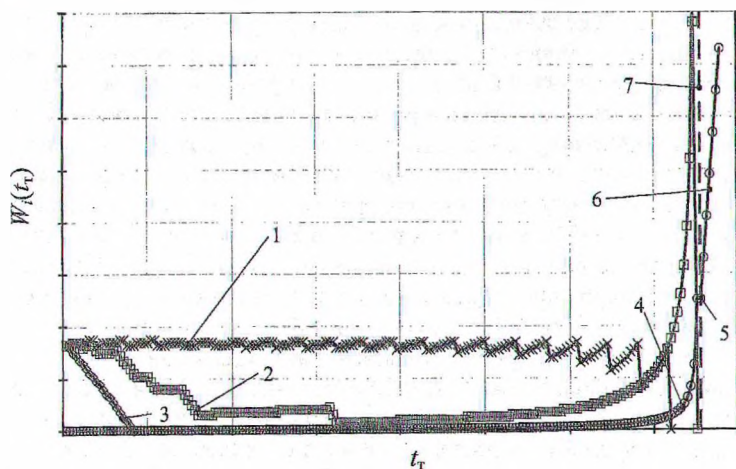
где  $W_i(t_\tau)$  – значение функции срочности перевозки древесины перед выполнением  $i$ -го рейса в нормативном интервале доставки руб./ч ( $i = 1, 2, \dots, n$ );  $t_\tau$  – продолжительность времени, пройденного с момента заключения договора на поставку древесины потребителю до текущего (расчетного) времени, ч;  $Q_i(t_\tau)$  – остаток от заявленного к перевозке объема древесины,  $m^3$ ;  $C$  – удельная себестоимость  $1 m^3$  перевозимой древесины, руб./ $m^3$ ;  $t_n^n$  – продолжительность нормативного интервала доставки (время, в течение ко-



того поставщик должен осуществить доставку всего заявленного объема древесины), ч.;  $t_i^d$  – продолжительность  $i$ -ого рейса, ч;  $W_n$  – значение функции срочности перевозки перед выполнением последнего рейса в нормативном интервале доставки, руб./ч;  $Q_n$  – суммарный объем древесины, доставленный потребителю в нормативном интервале доставки, м<sup>3</sup>;  $t_n^d$  – продолжительность выполнения последнего рейса в нормативном интервале доставки, ч;  $W_s(t_T)$  – значение функции перевозки древесины за пределами нормативного интервала доставки (в штрафном интервале), руб./ч;  $Q_s(t_T)$  – объем древесины, поставляемой в штрафном интервале, м<sup>3</sup>;  $t_s^d$  – продолжительность  $s$ -го рейса в штрафном интервале, ч;  $S_d$  – размер штрафных санкций за 1 м<sup>3</sup> древесины, доставленной после установленного срока, руб./м<sup>3</sup>ч.

В результате расчетов по полученной зависимости формируется оптимальная очередность осуществления поставок на данный момент времени. Необходимо отметить, что в соответствии с разработанной методикой, значения ФСПД определяются для каждой заявленной потребности в древесине сразу после выполненного рейса либо через определенное время. Кроме того, зависимость (1) позволяет учитывать требования ТКП 026–2006 (02080) «Санитарные правила в лесах Республики Беларусь», а именно ограничения по срокам хранения древесины для обеспечения ее сохранности.

Динамика изменения ФСПД при различных вариантах выполнения рейсов отражена на рисунке 1.



- 1 –  $W_i$  при регулярном выполнении рейсов в нормативном интервале доставки; 2 –  $W_i$  при нерегулярном выполнении рейсов в нормативном интервале доставки; 3 –  $W_i$  при выполнении рейсов со скорейшим удовлетворением потребности в нормативном интервале доставки; 4 –  $W_i$  при невыполнении поставок в нормативном интервале доставки; 5 – точка  $W_n$ ; 6 –  $W_s$  при выполнении поставок в штрафном интервале доставки; 7 – граница нормативного интервала доставки.

**Рисунок 1 – Динамика изменения ФСПД**

Таким образом, для минимизации затрат, связанных с невыполнением сроков доставки заготовленной древесины, необходимо поддерживать функцию срочности перевозки древесины в границах нормативного интервала времени доставки.

На третьем этапе решения поставленной задачи, для минимизации транспортных затрат на перевозку древесины, необходимо определить погрузочные пункты, с которых будет вывозиться древесина при следующих ограничениях: объемы древесины на погрузочных пунктах и промежуточных площадках должны быть больше либо равны объемам заявленных потребностей на планируемый период; объемы древесины, перевозимой с каждого погрузочного пункта и промежуточной площадки, должны быть равны объемам заявленных потребностей для каждой разгрузочной площадки; ограничение на отрицательные значения объемов древесины.

Результатом решения указанной транспортной задачи является оптимальный по критерию минимума затрат план поставок заготовленной древесины, причем очередность выполнения рейсов по полученному плану определяется по численному значению ФСПД в планируемом периоде.

Поддержание функции срочности перевозки древесины в границах нормативного интервала времени доставки, а также для рационального выбора схем поставок особое значение приобретает точность определения продолжительности рейсов лесовозных транспортных средств.

Для определения продолжительности поставок транспортный процесс представлен в виде системы, включающей три подсистемы. Первая подсистема – «транспортировка», время в которой затрачивается непосредственно на транспортировку древесины и на подачу транспортных средств под погрузку (холостые пробеги). Во второй подсистеме, определенной как «лесотранспортный узел» [3-А], затраты времени равны продолжительности процессов взаимодействия транспортных средств и погрузочно-разгрузочной техники (механизмов), посредством которых происходит погрузка лесовозных транспортных средств и их разгрузка у потребителя. Третья подсистема – «простои» – определяет затраты времени на простои лесовозных транспортных средств. Объективность и достоверность такого подхода подтверждена производственными исследованиями работы сортиментовозов.

Исследования проводились в производственных условиях ГОЛХУ «Осиповичский опытный лесхоз». Для обеспечения требуемой точности были проведены фотохронометражные наблюдения за работой сортиментовозов МАЗ-630308 + МАЗ 83781020 и Урал-43202 + 2ГР4 в течение 8 рабочих смен. В результате исследований установлено, что с достаточной точностью затраты времени на доставку древесины потребителям можно разделить на три группы: затраты времени на непосредственно транспортировку, на погрузочно-разгрузочные операции и на простои техники (рисунок 2). Так например, для сортиментовоза МАЗ-630308 + МАЗ 83781020 суммарные затраты времени в разрезе указанных подсистем составили: «транспортировка» – 40,9%, «лесотранспортный узел» – 34,0%, «простои» – 25,1%.

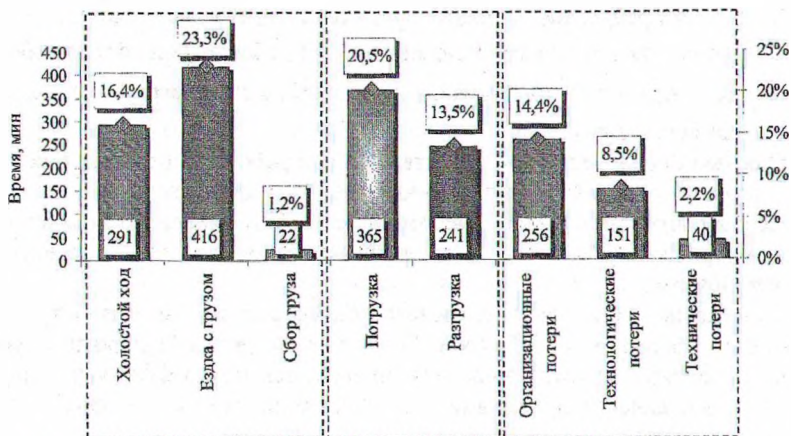


Рисунок 2 – Использование рабочего времени сортиментовоза МАЗ-630308 + МАЗ 83781020

Время пребывания в подсистеме «лесотранспортный узел» выражено в виде зависимости

$$T_{\text{ЛУ}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{пз}} + t_{\text{ож}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{пол}} \cdot (L_{\text{пог}, i} + L_{\text{раз}, j}) + \sum_{k=1}^k t_{\text{пз}}^{\text{пог}, k} + \sum_{l=1}^l t_{\text{пз}}^{\text{раз}, l} + \sum_{k=1}^k t_{\text{ож}}^{\text{пог}, k} + \sum_{l=1}^l t_{\text{ож}}^{\text{раз}, l}, \quad (2)$$

где  $T_{\text{ЛУ}}$  – продолжительность пребывания в подсистеме «лесотранспортный узел», мин;  $t_{\text{пр}}$  – продолжительность погрузочно-разгрузочных операций, мин;  $t_{\text{пз}}$  – продолжительность подготовительно-заключительных операций, мин;  $t_{\text{ож}}$  – продолжительность ожидания начала или продолжения погрузочно-разгрузочных операций, мин;  $Q_{\text{пол}}$  – полезная нагрузка на рейс, м<sup>3</sup>;  $L_{\text{пог}, i}$  – удельная продолжительность погрузки древесины  $i$ -м погрузочным механизмом или устройством, мин/м<sup>3</sup>;  $L_{\text{раз}, j}$  – удельная продолжительность разгрузки 1 м<sup>3</sup> древесины  $j$ -м разгрузочным механизмом или устройством, мин/м<sup>3</sup>;  $t_{\text{пз}}^{\text{пог}, k}$ ,  $t_{\text{пз}}^{\text{раз}, l}$  – продолжительность подготовительно-заключительных операций при проведении погрузочных и разгрузочных работ соответственно, мин;  $t_{\text{ож}}^{\text{пог}, k}$ ,  $t_{\text{ож}}^{\text{раз}, l}$  – время ожидания начала погрузки и разгрузки соответственно, мин;  $k$  – число погрузочных пунктов;  $l$  – число разгрузочных площадок;  $n$  – общее количество погрузочных пунктов и разгрузочных площадок.

Отмечено, что удельные показатели продолжительности погрузки и разгрузки 1 м<sup>3</sup> древесины определяются как нормированные значения на предприятии, либо расчетным путем по известным методикам.

Затраты времени в подсистеме «транспортировка» представлены в виде зависимости

$$T_{\text{T}} = t_{\text{x}} + t_{\text{гр}} + t_{\text{пер}}, \quad (3)$$



где  $T_t$  – время пребывания в подсистеме «транспортировка», мин;  $t_x$  – продолжительность холостого пробега, мин;  $t_{тр}$  – продолжительность пробега с грузом, мин;  $t_{пер}$  – продолжительность переездов для догрузки древесины или ее полной разгрузки, мин;

С целью определения продолжительности пробега лесовозных автопоездов в грузовом и порожнем направлениях разработана методика, основанная на классификации маршрутов вывозки древесины по степени равномерности влияния дорожных условий на время движения лесотранспортных средств на этих маршрутах.

Классификация маршрутов поставок базируется на известном в теории логистики методе анализа XYZ [6-А, 12-А]. Степень влияния дорожных условий на продолжительность движения оценивается по коэффициенту вариации среднего значения времени проезда одного километра по маршруту для данного типа транспорта.

В группу X входят маршруты движения, для которых значения рядов данных времени проезда одного километра равномерны или имеют незначительные колебания. В группу Y входят маршруты движения, для которых наблюдаются значительные колебания значений времени проезда одного километра. В группу Z входят маршруты движения, для которых наблюдаются нерегулярные отклонения значений времени проезда одного километра.

Процедура отнесения маршрутов движения на группы X, Y, Z сводится к сравнению коэффициента вариации времени проезда одного километра с нормативными значениями, определяющими границы групп X, Y и Z. Нормативные значения интервалов коэффициента вариации для группы X составляют 0–10%, для группы Y – 10–25%, для группы Z больше 25%.

Для определения продолжительности движения по заданному маршруту в рамках той или иной группы сложности в грузовом или порожнем направлении получена зависимость:

$$T_m = t_{1 км}^{асф} \cdot (l_{асф} + \sum_{i=1}^I k_i \cdot l_i), \quad (4)$$

где  $t_{1 км}^{асф}$  – среднее значение времени проезда 1 км по асфальтобетонному покрытию, мин;  $l_{асф}$  – протяженность участка маршрута с асфальтобетонным покрытием, км;  $k_i$  – коэффициент сложности движения автопоездов для  $i$ -го типа покрытия;  $l_i$  – длина участка маршрута с  $i$ -м типом покрытия, км;  $I$  – количество типов покрытий на участках дорог, входящих в маршрут транспортировки,  $i = 1, 2, \dots, I$ .

Коэффициент сложности движения предложено определять как отношение:

$$k_i = \frac{t_{1 км}^i}{t_{1 км}^{асф}}, \quad (5)$$

где  $k_i$  – коэффициент, показывающий, во сколько раз время прохождения 1 км по  $i$ -му типу покрытия увеличивается по отношению к времени прохож-

дения 1 км по асфальтобетонному типу покрытия (коэффициент сложности движения);  $t_{1\text{ км}}^i$  – время проезда 1 км по  $i$ -м типу покрытия для данного типа транспорта в группе, мин/км;  $t_{1\text{ км}}^{\text{асф}}$  – время проезда 1 км по асфальтобетонному покрытию для того же типа транспорта в тех же условиях, мин/км.

Отмечено, что для определения продолжительности проезда 1 км по типам покрытий рекомендовано использовать современные системы автоматизированного контроля за работой транспорта [16-А].

Время пребывания в подсистеме «простои» состоит из регламентированных и нерегламентированных простоев лесовозной техники. Отмечено, что уменьшить значение времени простоев можно за счет сокращения времени нерегламентированных перерывов в производительной работе подвижного состава.

Для сокращения времени маневрирования на погрузочных площадках, улучшения проезжаемости подъездных путей и обеспечения необходимых прочностных качеств лесных транспортных путей разработаны способы укрепления дорожных покрытий и оснований [14-А, 18-А, 19-А], которые прошли практическую апробацию [1-А]. Результаты исследований позволяют сделать вывод об эффективности использования разработанных способов для применения их при укреплении грунтовых площадок, предназначенных для установки на них лесовозных транспортных средств для погрузки, а также подъездных путей к погрузочным площадкам, ввиду уменьшения вертикальных максимальных напряжений в грунтах оснований до 23%.

Таким образом, организационная структура транспортного процесса поставок заготовленной древесины потребителям с точки зрения затрат времени в подсистемах «лесотранспортный узел» и «транспортировка» представлена в виде структурной схемы как показано на рисунке 3.

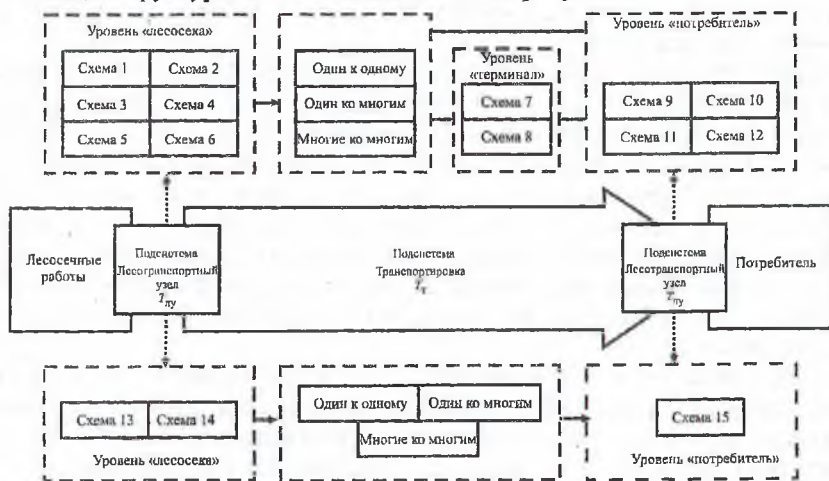
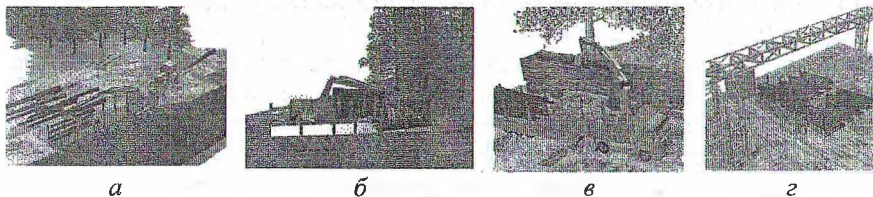


Рисунок 3 – Структура затрат времени на доставку древесины

Из схемы на рисунке 3 видно, что при организации поставок древесины потребителям возможны различные схемы и способы работы техники. Для

однозначной идентификации выделены 3 схемы организации поставок в подсистеме «транспортировка» и 15 типовых схем взаимодействия подвижного состава в подсистеме «лесотранспортный узел».

Согласно выделенным схемам в подсистеме «лесотранспортный узел» [3-А, 15-А], взаимодействие осуществляется, например, по схеме 1 – между трелевочным трактором и автопоездом, оборудованным манипулятором (рисунок 4, а); по схеме 6 – между погрузочно-транспортной машиной и седельным полуприцепом [2-А] (рисунок 4, б); по схеме 8 – между автопоездом, оборудованным манипулятором, и железнодорожным вагоном (рисунок 4, в); по схеме 12 – между седельным полуприцепом и разгрузочным устройством (рисунок 4, г).



**Рисунок 4 – Схемы взаимодействия лесотранспортной техники в подсистеме «лесотранспортный узел»**

Процесс прогнозирования поставок заготовленной древесины согласно разработанной схеме (рисунок 3) разделен на следующие этапы. На первом этапе производится накопление и анализ необходимой информации: заявленные к перевозке объемы древесины, объемы сырья на лесосеках и промежуточных складах, наличие исправных транспортных средств, интенсивность переработки древесины (для внутренних потребителей), сроки и форма поставок (франко-пункт отгрузки) и т. д. На этом же этапе проводятся расчет и ранжирование функции срочности перевозки древесины.

На втором этапе определяются маршруты поставок каждому потребителю. Исходя из количества технически исправных лесовозных транспортных средств и мест расположения запасов древесины (на лесосеке или промежуточном складе), необходимых для удовлетворения заказов, на третьем этапе решается технико-экономическая задача распределения лесовозной техники по маршрутам вывозки. При этом, определение продолжительности выполнения рейсов лесовозной техники осуществляется по разработанной методике с использованием коэффициентов сложности движения лесовозных транспортных средств. После этого уточняются значения ФСПД и формируются планы поставок.

Разработанный метод позволяет на этапе проектирования транспортного процесса формировать очередность поставок таким образом, что бы минимизировать затраты не только на перевозку, но и сократить упущенную выгоду, связанную с невыполнением договорных сроков поставок древесины.

Четвертая глава посвящена экспериментально-производственной проверке методики расчета продолжительности выполнения рейсов лесовозных транспортных средств и моделированию транспортного процесса поставок сортиментов. Приведены результаты исследований, а также выполнена оцен-



ка адекватности предлагаемой методики по расчету продолжительности выполнения рейсов. Экспериментальные исследования проводились в ГОЛХУ «Осиповичский опытный лесхоз» [6-А, 7-А, 12-А], в качестве исследуемой техники использовались сортиментовозы МАЗ-630308 + МАЗ 83781020 и Урал-43202 + 2ГР4, которые получили широкое распространение на вывозке древесины в Республике Беларусь.

На первом этапе экспериментальных исследований определялись коэффициенты сложности движения сортиментовозов. Исследования проводились в грузовом и порожнем направлениях при поставках древесины в течение года. Время движения 1 км фиксировалось при помощи секундомера и цифровой видеокамеры. Маршруты движения проходили по дорогам общего пользования (асфальтобетонное и гравийное покрытие), а также по лесным грунтовым естественным транспортным путям. Длина участков маршрута с каждым видом покрытия определялась по техническим паспортам дорог, по которым проходил маршрут движения. Измерение длин лесных транспортных путей проводилось непосредственным замером с точностью до 1 м.

В результате экспериментальных исследований получены значения времени проезда лесовозной техники 1 км по асфальтобетонным и гравийным покрытиям дорог общего пользования, а также грунтовым покрытиям лесных дорог. С использованием стандартных методов обработки результатов эксперимента, определены основные статистические показатели и построены фактические полигоны распределений времени проезда 1 км. На основании расчетных значений критерия Пирсона получено подтверждение гипотезы о нормальном законе распределения времени проезда одного километра как случайной величины (табличное значение критерия Пирсона для уровня значимости, равного 0,95, при числе степеней свободы равном 4, составляет 9,488, что больше всех расчетных значений  $\chi^2$ ).

Проведенные исследования позволили получить значения коэффициентов сложности движения для сортиментовозов МАЗ-630308 и Урал-43202 для групп маршрутов X, Y и Z (в таблице 1 представлены значения для группы маршрутов X).

Таблица 1 – Коэффициенты сложности движения лесовозных транспортных средств

Автопоезд - сортиментовоз	Тип покрытия	Коэффициент сложности движения							
		порожнее направление				грузовое направление			
		весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень	зима
МАЗ-630308+ + МАЗ 83781020	гравийное	1,02	1,01	1,05	1,03	1,03	1,01	1,04	1,02
	грунтовое	2,64	2,73	2,54	2,58	2,61	2,72	2,37	2,46
Урал-43202 + 2ГР4	гравийное	1,18	1,20	1,26	1,21	1,15	1,12	1,21	1,14
	грунтовое	2,13	2,30	2,36	2,31	2,12	2,01	2,18	2,05

Значения времени проезда 1 км в порожнем направлении по участкам маршрута с асфальтобетонным покрытием составили: в весенний период – 1,05 мин.; в летний период – 0,90 мин.; в осенний период – 1,10 мин.; в зимний период – 1,06 мин. Значения времени проезда 1 км в грузовом направлении по участкам маршрута с асфальтобетонным покрытием составили: в весенний период – 1,14 мин.; в летний период – 0,98 мин.; в осенний период – 1,18 мин.; в зимний период – 1,15 мин.

На втором этапе производственных исследований были организованы измерения фактического времени движения на контрольном маршруте с характерными для базовой сети дорог ГОЛХУ «Осиповичский опытный лесхоз» условиями движения. Протяженность контрольного участка по типам покрытия следующая: асфальтобетонное – 2 км, гравийное – 2 км, лесная естественная дорога – 1 км. На данном участке была проведена нивелирная съемка (прямой и обратный ход), в результате чего получены высотные отметки исследуемого участка маршрута, необходимые для построения продольного профиля. Далее на контрольном участке определялось время движения по методу эквивалентного продольного профиля, по предлагаемой методике и фиксировалось фактическое время прохождения контрольного участка (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты определения времени проезда на контрольном участке

Сортименто- воз	Время движения по типам покрытия контрольного участка, мин							
	движение без груза				движение с грузом			
	асфаль- тобетон- ное	гравий- ное	лесная дорога	общее время движения	асфаль- тобетон- ное	гравий- ное	лесная дорога	общее время движения
	<i>фактическое</i>							
МАЗ- 630308	1,8	1,9	2,6	6,3	1,9	2,0	2,7	6,6
Урал 4320	2,1	2,6	2,5	7,2	2,3	2,8	2,6	7,7
	<i>при расчете по методу эквивалентного продольного профиля</i>							
МАЗ-630308	1,3	1,5	1,4	4,2	1,7	2,8	3,9	8,4
Урал 4320	2,1	2,1	1,5	5,7	2,5	3,0	4,0	9,5
	<i>при расчете с использованием коэффициентов сложности движения</i>							
МАЗ- 630308	1,8	1,8	2,5	6,1	2,0	2,0	2,7	6,7
Урал 4320	2,1	2,5	2,4	7,1	2,4	2,7	2,5	7,6

Установлено, что расхождение значений времени проезда 1 км определенных с использованием метода расчета по эквивалентному продольному профилю с фактическими значениями времени хода 1 км может достигать 85,6% (для сортиментовоза МАЗ 630308 по лесной дороге). В то же время при расчете с использованием коэффициентов сложности движения максимальные отклонения составляют не более 5%. Таким образом, использование полученных значений коэффициентов сложности движения (таблица 1) для сортиментовозов МАЗ-630308 + МАЗ 83781020 и Урал 34202 + 2ПР4 позволяет с достаточной точностью получать временные характеристики движения указанной техники.

Для оценки методики расчета времени выполнения рейсов были организованы исследования в грузовом и порожнем направлениях в зимний период. В результате путем сравнения фактических данных времени движения со значениями времени движения, определенными по разработанной методике, получено, что максимальное отклонение расчетного времени движения составляло: для сортиментовоза МАЗ-630308 + МАЗ 83781020 не более 11% по абсолютному значению; для сортиментовоза Урал 34202 + 2ПР4 – не более 9%.

В качестве критерия оценки адекватности расчетных значений времени движения фактическим значениям использовался критерий Фишера.

В результате проведенных исследований и полученных значений коэффициентов сложности движения, разработано специальное компьютерное

приложение в MS Excel для определения продолжительности выполнения рейсов лесовозных транспортных средств.

Разработанное приложение внедрено в технологические процессы лесозаготовок ГОЛХУ «Осиповичский опытный лесхоз» и ГОЛХУ «Стародорожский опытный лесхоз», что позволило обеспечить высокую точность прогнозирования продолжительности рейсов сортиментовозов на вывозке древесины. Практическая апробация разработанного приложения показала, что получаемые в результате его использования значения продолжительности выполнения рейсов отличаются от фактических значений не более 12% в грузовой и порожнем направлениях в различные периоды года.

С использованием методики расчета продолжительности выполнения рейсов лесовозной техники, в соответствии с разработанным методом прогнозирования поставок древесины, проведено моделирование лесотранспортного процесса на предприятии. Рассматривались два варианта организации транспортного процесса: формирование грузопотоков последовательно и по критерию ФСПД. В результате установлено, что транспортные затраты с учетом штрафных санкций при последовательном назначении рейсов составили 5572,8 тысячи рублей, а при назначении рейсов по критерию ФСПД – 4515,0 тысячи рублей, что на 19% меньше чем, для первого варианта организации транспортного процесса, что подтверждает практическую значимость разработанного метода.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. В результате проведенного анализа показателей работы лесозаготовительного производства и теоретических исследований процесса транспортировки древесины разработан метод прогнозирования поставок заготовленной древесины и алгоритм для его реализации с целью установления очередности ее доставки конкретным потребителям. Определять очередность выполнения рейсов предложено по значениям функции срочности перевозки древесины, которая является критерием приоритетности транспортного обслуживания, отражает изменение во времени потребностей в поставках и устанавливает их приоритет [4-А, 5-А, 11-А, 13-А, 17-А].

2. Численный эксперимент по оценке экономической эффективности от реализации метода прогнозирования поставок заготовленной древесины позволил установить, что транспортные затраты с учетом штрафных санкций при последовательном назначении рейсов составили 5572,8 тысячи рублей, а при назначении рейсов по критерию функции срочности перевозок древесины – 4515,0 тысячи рублей, что на 19% меньше, чем для моделируемого транспортного процесса с последовательным назначением рейсов [8-А].

3. Разработана методика расчета продолжительности рейса лесовозных транспортных средств, основанная на расчете по полученным аналитическим зависимостям времени пребывания древесины в подсистемах «транспортная перевозка» и «лесотранспортный узел» для различных схем и способов поставок, которая учитывает в полной мере условия движения транспортных средств,



их состав и сезонность выполнения поставок, что обеспечивает эффективное планирование вывозки заготовленной древесины [6-А, 12-А].

4. Затраты времени в подсистеме «транспортировка» предложено рассчитывать в рамках каждой из трех групп сложности маршрутов, выделяемых посредством XYZ-анализа, по значениям коэффициентов сложности движения автопоездов для участков автодорог с различными типами покрытий, входящих в маршруты транспортировки и длин этих участков в рамках группы сложности, к которой относится маршрут [6-А, 7-А, 12-А]. Экспериментально установлено, что рассчитанные по полученным аналитическим зависимостям значения времени рейса отличаются от фактических значений не более чем на 12% [6-А, 12-А].

5. Разработан способ определения коэффициентов сложности движения лесовозных автопоездов, основанный на экспериментальных замерах времени прохождения 1 км по покрытиям автодорог в рамках каждой группы сложности маршрутов, позволяющий с достаточной точностью учитывать эксплуатационные условия движения лесовозных автопоездов по маршрутам поставок древесины [6-А, 12-А].

6. Экспериментально получены значения коэффициентов сложности движения для автопоездов МАЗ-630308 + МАЗ 83781020 и Урал-43202 + 2ПР4, которые позволяют в дальнейшем использовать полученные значения для обеспечения эффективности вывозки древесины для различных предприятий, осуществляющих лесозаготовительное производство, при планировании транспортного процесса поставок заготовленной древесины [6-А, 12-А].

#### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

1) Для определения приоритета выполнения доставки, предприятиям, ведущим заготовку и транспортировку древесины, на стадии планирования транспортного процесса рекомендуется использовать функцию срочности перевозки древесины [4-А, 5-А, 9-А, 10-А, 11-А, 13-А, 17-А], которая позволит формировать рациональную очередность выполнения рейсов лесовозной техники.

2) С целью уменьшения материальных затрат, связанных с невыполнением договорных обязательств по срокам поставок сортиментов, а также для повышения уровня транспортного обслуживания предприятий-потребителей, поставщикам заготовленной древесины целесообразно использовать разработанный метод прогнозирования поставок [5-А, 10-А, 11-А, 13-А].

3) При планировании грузопотоков древесины, а также при составлении графиков движения лесотранспортных средств поставщикам древесины следует использовать разработанную методику расчета времени рейса лесотранспортной техники [6-А, 12-А], которая прошла апробацию и внедрена в технологический процесс лесозаготовок в ГОЛХУ «Осиповичский опытный лесхоз» и в ГОЛХУ «Стародорожский опытный лесхоз».

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

### Статьи в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК

1-А. Насковец, М. Т. Исследование влияния объемных вертикальных элементов на улучшения проежаемости лесных грунтовых дорог / М. Т. Насковец, Р. О. Короленя // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработ. пром-сть. – 2006. – Вып. XIV. – С. 122–125.

2-А. Насковец, М. Т. Обеспечение эффективной работы лесного транспорта на основе применения седельных полуприцепов-сортиментовозов / М. Т. Насковец, Р. О. Короленя // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработ. пром-сть. – 2007. – Вып. XV. – С. 117–121.

3-А. Короленя, Р. О. Анализ функционирования лесотранспортных узлов / Р. О. Короленя // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработ. пром-сть. – 2008. – Вып. XVI. – С. 70–74.

4-А. Насковец, М. Т. Обеспечение своевременной доставки древесины потребителям / М. Т. Насковец, Р. О. Короленя // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработ. пром-сть. – 2008. – Вып. XVI. – С. 61–64.

5-А. Насковец, М. Т. Организация вывозки древесного сырья с использованием функции срочности перевозки древесины / М. Т. Насковец, Р. О. Короленя // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработ. пром-сть. – 2009. – Вып. XVII. – С. 71–75.

6-А. Короленя, Р. О. Результаты исследований временных характеристик движения сортиментовозов / Р. О. Короленя // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработ. пром-сть. – 2009. – Вып. XVII. – С. 67–70.

7-А. Насковец, М. Т. Классификация маршрутов транспортировки сортиментов с использованием XYZ-анализа / М. Т. Насковец, Р. О. Короленя // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработ. пром-сть. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 71–75.

8-А. Короленя, Р. О. Моделирование процесса поставок круглых лесоматериалов потребителям / Р. О. Короленя, М. Т. Насковец // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработ. пром-сть. – 2011. – Вып. XIX. – С. 65–68.

9-А. Короленя, Р. О. Определение функции срочности перевозки древесины по основным схемам организации транспортного процесса / Р. О. Короленя // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработ. пром-сть. – 2012. – Вып. XX. – С. 83–85.

### Статьи в других научных изданиях

10-А. Korolenia, R. O. Determination of the urgency of timber transportation using basic schemes of transportation proces / R. O. Korolenia // Proceeding of BSTU Issue 2, Forest and woodworking industry. – 2012. – P. 70-72.

11-А. Korolenia, R. O. Forecasting the process transportations of wood to consumers taking into priority of deliveries / R. O. Korolenia // Science progress in European countries: new concepts and modern solutions, proceedings of the 1st International scientific conference. – Stuttgart. – 2013. – P. 96-97.

12-А. Короленя, Р. О. Классификация маршрутов перевозки древесины и определение продолжительности движения по ним сортиментовозов в

условиях работы лесохозяйственных учреждений Республики Беларусь / Р. О. Короленя // Технология и оборудование лесопромышленного комплекса: сборник научных трудов СПбГЛТУ. – 2013. – Вып. 6. – С. 109-116.

13-А. Короленя, Р. О. Организация вывозки заготовленной древесины потребителям с учетом ограничений по срокам поставок / Р. О. Короленя // Бюллетень научных работ Брянского филиала МИИТ. – 2013. – Вып. 4. – С. 11-15.

#### **Материалы научных конференций и тезисы докладов**

14-А. Короленя, Р. О. Использование объемных вертикальных элементов для улучшения проезжаемости лесных грунтовых дорог / Р. О. Короленя, М. Т. Насковец // Пятьдесят девятая научно-практическая конференция студентов, магистрантов и аспирантов : тезисы докл, Ярославль, 26 апреля 2006 г. / Ярославский государственный технический университет; редкол. : И. Н. Абрамов [и др.]. – Ярославль, 2006. – С. 326.

15-А. Насковец, М. Т. Обоснование параметров транспортной фазы лесозаготовительного производства на основе концепции пакетно-контейнерных перевозок / М. Т. Насковец, Р. О. Короленя // Технические науки: теоретические и прикладные аспекты : материалы науч. конф., Минск, 24 мая 2012 г. / Белорусский национальный технический университет. – Минск, 2012. – С. 11.

16-А. Короленя, Р. О. Современные методы контроля за работой техники на вывозке древесины / Р. О. Короленя, М. Т. Насковец // Технология и техника лесной промышленности : тезисы 76-й науч.-технич. конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 13–20 февраля 2012 г. [Электронный ресурс]. / Белорусский государственный технологический университет ; отв. за издание И. М. Жарский ; Деп. в ГУ «БелИСА» 25.04.2012 № Д201224. – Минск : БГТУ, 2012. – С. 33.

17-А. Короленя, Р. О. Постановка задачи прогнозирования поставок древесины потребителям / Р. О. Короленя, М. Т. Насковец // «Научному прогрессу – творчество молодых» : тезисы Международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам, Йошкар-Ола, 20–21 апреля 2012 г. / Поволжский государственный технологический университет ; редкол. : В. А. Иванов [и др.]. – Йошкар-Ола, 2012. – С. 81.

#### **Патенты на изобретение**

18-А. Дорожная одежда и способ ее устройства: пат. 10410 Респ. Беларусь, МПК7 E 02 D 3/00, E 01 C 5/00 / М. Т. Насковец, Р. О. Короленя; заявитель Белорус. гос. технолог. ун-т. – № а 20051248; заявл. 15.12.05; опубл. 30.08.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – № 1. – С. 107.

19-А. Способ возведения дорожной одежды: пат. 10131 Респ. Беларусь, МПК7 E 02 D 3/00, E 01 C 5/00 / М. Т. Насковец, Р. О. Короленя, Г. С. Корин; заявитель Белорус. гос. технол. ун-т. – № а 20051249; заявл. 15.12.05; опубл. 30.08.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 6. – С. 120.



**Забеспячэнне эфектыўнасці вывазкі нарыхтаванай драўніны на аснове прыярытэтнасці паставак**

**Ключавыя словы:** нарыхтаваная драўніна, прыярытэтнасць, схемы вывазкі, транспартны працэс, час руху, пастаўкі, спажывец.

**Мэта даследавання:** забеспячэнне эфектыўнасці працэсу вывазкі драўніны спажыўцам на аснове рацыянальнага выбару маршрутаў вывазкі з улікам прыярытэтнасці выканання паставак.

**Метады даследавання і апаратура:** падчас правядзення даследаванняў прымяняліся навукова абгрунтаваныя стандартныя метады прамых вымярэнняў, планавання і статыстычнай апрацоўкі вынікаў даследаванняў, матэматычнага мадэлявання, геаметрычнага нівеліравання.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** распрацаваны метады прагназавання паставак нарыхтаванай драўніны спажыўцам, заснаваны на выкарыстанні ўсталяванага крытэрыю тэрміновасці перавозкі драўніны, які ўлічвае зменлівы ў часе запатрабаванні ў драўніне, што дазваляе планаваць пастаўкі драўніны спажыўцам з мінімальнай упущанай выгадай ад несвоечасовасці дастаўкі; распрацавана метадыка разліку часу рэйса лесавознага аўтатранспарту на вывазцы нарыхтаванай драўніны, якая ўлічвае імавернасны характар уплыву на час руху розных фактараў і дазваляе з дастатковай дакладнасцю вылічыць значэнні працягласці рэйса аўтацягнікоў лесатранспартных сродкаў. З мэтай класіфікацыі маршрутаў вывазкі і дастаўкі драўніны па ўплыве дарожных умоў на час руху лесавознага аўтатранспарту па іх прапануецца выкарыстоўваць метады XYZ-аналізу, прымяненне якога дазваляе сістэматызаваць маршруты вывазкі і дастаўкі драўніны па каэфіцыенте варыяцыі часу праезду аднаго кіламетра ў тры групы складанасці руху.

**Ступень выкарыстання:** вынікі даследаванняў скарыстаны для прагназавання працэсу паставак драўніны спажыўцам, пры фарміраванні аптымальных планаў паставак і вызначэнні працягласці рэйсаў лесатранспартных сродкаў у ДВЛГУ «Асіповіцкі вопытны лясгас» і ў ДВЛГУ «Старадарожскі вопытны лясгас».

**Галіна выкарыстання:** установы Міністэрства лясной гаспадаркі і прадпрыемствы канцэрна «Беллеспаперапрам» пры планаванні і арганізацыі працэсу паставак нарыхтаванай драўніны.

## РЕЗЮМЕ

Королена Руслан Олегович

### Обеспечение эффективности вывозки заготовленной древесины на основе приоритетности поставок

**Ключевые слова:** заготовленная древесина, приоритетность, схемы вывозки, транспортный процесс, время движения, поставки, потребитель.

**Цель исследования:** обеспечение эффективности процесса вывозки древесины потребителям на основе рационального выбора маршрутов вывозки с учетом приоритетности выполнения поставок.

**Методы исследования и аппаратура:** в процессе проведения исследований применялись научно обоснованные стандартные методы прямых измерений, планирования и статистической обработки результатов исследований, математического моделирования, геометрического нивелирования.

**Полученные результаты и их новизна:** разработан метод прогнозирования поставок заготовленной древесины потребителям, основанный на использовании установленного критерия срочности перевозки древесины, который учитывает изменяющиеся во времени потребности в древесине, позволяющий планировать поставки древесины потребителям с минимальной упущенной выгодой от несвоевременности доставки; разработана методика расчета времени рейса лесовозного автотранспорта на вывозке заготовленной древесины, учитывающая вероятностный характер влияния на время движения различных факторов и позволяющая с достаточной точностью определять значения продолжительности рейса автопоездов лесотранспортных средств. С целью классификации маршрутов вывозки и доставки древесины по влиянию дорожных условий на время движения лесовозного автотранспорта по ним предлагается использовать метод XYZ-анализа, применение которого позволяет систематизировать маршруты вывозки и доставки древесины по коэффициенту вариации времени проезда одного километра в три группы сложности движения.

**Степень использования:** результаты исследований использованы для прогнозирования процесса поставок древесины потребителям, при формировании оптимальных планов поставок и определении продолжительности рейсов лесотранспортных средств в ГОЛХУ «Осиповичский опытный лесхоз» и в ГОЛХУ «Стародорожский опытный лесхоз».

**Область применения:** учреждения Министерства лесного хозяйства и предприятия концерна «Беллесбумпром» при планировании и организации процесса поставок заготовленной древесины.

## SUMMARY

Ruslan O. Korolenia

### Maintenance of Efficiency of Harvested Wood Hauling Based on Delivery Priorities

**Key words:** harvested wood, priority, hauling plans, transport process, travel time, deliveries, consumer.

**The object-matter of the research:** ensuring efficiency of the transportation of harvested wood to consumers due to rational selection of hauling routes subject to delivery prioritizing.

**Methods of the research and equipment used:** in the course of the research scientifically grounded conventional methods of direct measurements, planning and statistical processing of the research results, mathematical modeling and geometric leveling were applied.

**The results obtained and their novelty:** method of forecasting of harvested wood deliveries to consumers has been developed. This method is based on the specified criterion of the urgency of wood transportation and takes into account temporally changing demand for wood thus enabling wood deliveries to be planned with the minimum losses of profit which arise out of delayed deliveries. The calculation method for hauling time of harvested wood has been worked out taking into account the probabilistic effect which different factors may have on the hauling time and enabling to determine the running time of hauling rigs with a reasonable accuracy. In an effort to classify hauling and delivery routes according to the effect which the haul road conditions may have on the hauling time, XYZ-analysis method has been suggested to be applied. This will make it possible to systematize the hauling and delivery routes in accordance with the coefficient of variation in one-kilometer hauling time thus specifying three classes of hauling complexity.

**Degree of application:** the research results have been used to forecast the deliveries of harvested wood to consumers, to plan the deliveries in the most effective way and determining the duration of flights in logging trucks Osipovichsky experimental forestry and Starodorozhski experimental forestry.

**Field of application:** enterprises of the Ministry of Forestry and concern «Bellesbumprom» when planning and organizing deliveries of harvested wood.



Научное издание

**Короленя Руслан Олегович**

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫВОЗКИ  
ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ НА ОСНОВЕ  
ПРИОРИТЕТНОСТИ ПОСТАВОК**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук  
по специальности 05.21.01 – технология и машины лесозаготовок  
и лесного хозяйства

Ответственный за выпуск Р. О. Короленя

Подписано в печать 12.08.2014. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 1,2 Уч.-изд. л. 1,3  
Тираж 60 экз. Заказ 324.

Издатель и полиграфическое исполнение  
УО «Белорусский государственный технологический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/227 от 20.03.2014.  
ЛП № 02330/12 от 30.12.2013.  
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.