

УДК 630.37

UDC 630.37

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
МЕЖДУНАРОДНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ
ПЕРЕВОЗОК ДРЕВЕСИНЫ¹**

**IMPROVEMENT OF INTERNATIONAL
WOOD TRANSPORTATION**

Соколов Антон Павлович
к.т.н., доцент

Sokolov Anton Pavlovich
Cand.Tech.Sci., associate professor

Шаин Всеволод Алексеевич
аспирант

Shain Vsevolod Alekseevich
postgraduate student

Сюнёв Владимир Сергеевич
д.т.н., профессор
*Петрозаводский государственный университет,
Россия*

Syunev Vladimir Sergeevich
Dr.Sci.Tech., professor
Petrozavodsk State University, Russia

Лаппалайнен Юсси
Лесной центр Финляндии, Финляндия

Lappalainen Jussi
Finnish Forest Centre, Finland

В статье рассматривается пример использования усовершенствованного инструмента для поддержки принятия решений по планированию транспортировки деловой древесины, входящего в состав комплекса компьютерных инструментов для поддержки принятия решений в сфере логистики лесозаготовок, для сравнения двух подходов к организации международных перевозок древесины

The article gives an example of usage of the tool for round-wood transport planning from the Decision Support System "Forest Logistic Toolset" for compare of two approaches to the organization of international wood transportation

Ключевые слова: ЗАГОТОВКА ДРЕВЕСИНЫ, ЛЕСНАЯ ЛОГИСТИКА, ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

Keywords: WOOD HARVESTING, FOREST LOGISTICS, WOOD HARVESTING ENTERPRISE

Введение

Одной из важнейших составляющих лесозаготовительного производства, от которой во многом зависит эффективность его работы, является транспорт леса [1, 10]. Технология транспортировки, а также выбор применяемых машин и оборудования определяются принятой технологией заготовки древесины. Кроме того, учитываются особенности местных условий, расстояние транспортировки, наличие железных дорог и т. д.

Особый случай представляют международные трансграничные перевозки древесины. В целом, себестоимость международных перевозок оказывается существенно более высокой по сравнению с внутренними пере-

¹ Работа выполнена в рамках международного проекта «Новые трансграничные решения в области интенсификации ведения лесного хозяйства и повышения степени использования топливной древесины в энергетике», финансируемого Европейским союзом по программе приграничного сотрудничества KareliaENPI в соответствии с Программой стратегического развития Петрозаводского государственного университета на 2012-2016 г.

возками при прочих равных условиях. Причинами этого является необходимость выполнения ряда дополнительных работ по обеспечению этих перевозок, связанных с оформлением большого числа сопроводительных документов, выполнением таможенных и пограничных процедур и т. д.

При транспортировке на дальние расстояния, как правило, используются железнодорожный или водный транспорт. Однако, при транспортировке на близкие расстояния в приграничных районах России широко используются также и автомобильные перевозки. Это является весьма актуальным для Республики Карелия, которая в 2013 г. экспортировала в сопредельную Финляндию древесины на 114 млн. долларов, что составляет около 11% всего экспорта республики. Разработанные на сегодняшний день методы и алгоритмы, обеспечивающие эффективное планирование и организацию транспортировки древесины, предназначены исключительно для случая внутренних перевозок и не могут быть напрямую применены для решения задачи поддержки международных перевозок [2, 7-9]. В особенности это касается автомобильных перевозок.

Все сказанное позволяет авторам утверждать, что эффективная организация международных перевозок древесины с помощью усовершенствованных и адаптированных к особенностям этой задачи инструментов, может позволить существенно сократить транспортные издержки соответствующих компаний.

Материалы и методы

В течение ряда лет коллективом авторов из ПетрГУ и НИИ леса Финляндии ведутся работы по созданию комплекса компьютерных инструментов для поддержки принятия решений в сфере логистики лесозаготовок [5, 6, 14]. В составе этого комплекса имеется инструмент для поддержки принятия решений по планированию транспортировки деловой древесины [3, 4, 11-13]. Этот инструмент позволяет генерировать эффективные транс-

портные планы для конкретных производственных условий, однако, он предназначен только для случая внутренних перевозок.

Для решения задачи поддержки автомобильных международных перевозок, было принято решение усовершенствовать данный инструмент в направлении учета следующих особенностей таких перевозок:

1. Учет потерь времени на пограничном переходе, связанных с необходимостью выполнения таможенных процедур, а также с наличием очереди на переходе;
2. Разделение подвижного состава автомобилей-сортиментовозов на две непересекающиеся группы, первая из которых осуществляет внутренние, а вторая – международные перевозки;
3. Полная разрешенная масса автопоезда, проходящего через пограничные переходы на российско-финляндской границе, в настоящее время ограничена величиной 40,5 тонн.

Работоспособность усовершенствованного инструмента для поддержки принятия решений по планированию транспортировки деловой древесины была проверена путем решения задачи о сравнении двух альтернативных подходов к организации международных перевозок древесины на примере одного крупного лесозаготовительного предприятия, оперирующего в приграничном районе Республики Карелия.

В настоящее время данное предприятие использует двухэтапную перевозку древесины своим потребителям в Финляндии (рис. 1). На первом этапе древесина с делянок перевозится на несколько промежуточных складов, расположенных на приграничной территории. При этом используются специализированные автопоезда-сортиментовозы. На втором этапе древесина с промежуточных складов доставляется потребителям в Финляндию. На втором этапе используются седельные тягачи общего назначения с полуприцепами-сортиментовозами. При этом автомобили, обслуживающие

второй этап перевозки, следуют недогруженными примерно на 50% в силу ограничения на разрешенную массу, о котором шла речь выше.

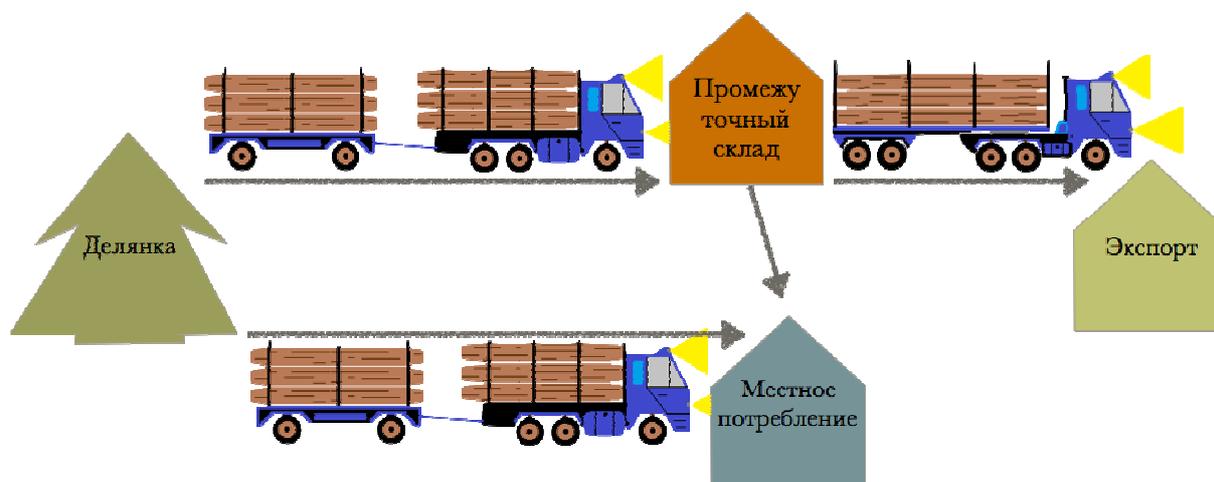


Рис. 1. Схема двухэтапной доставки древесины на экспорт

У такой схемы доставки есть свои преимущества:

1. Схема сочетает в себе автомобильные и железнодорожные перевозки, т. к. промежуточные склады, как правило, располагаются возле железнодорожных путей. Отгрузка со склада на дальние расстояния осуществляется железнодорожным транспортом, а на близкие – автомобильным.
2. Схема является надежной благодаря наличию запасов на промежуточных складах, что снижает риск нарушения сроков поставки.
3. Проще задача планирования и управления транспортировкой за счет ее декомпозиции на две последовательные, решаемые отдельно.
4. Упрощается оформление необходимых документов, например, фитосанитарных. Специалисты контролирующих органов проводят обследование груза на промежуточном складе за один раз в большом объеме.

5. На международных перевозках используются более дешевые и экономичные автомобили общего пользования (седельные тягачи).

Недостатком этой схемы следует считать повышенные затраты на транспортировку, погрузку-разгрузку и складское хранение. Сократить эти затраты можно, применив более сложную с организационной точки зрения, но более дешевую схему доставки непосредственно с делянки прямо зарубежным потребителям (рис. 2).

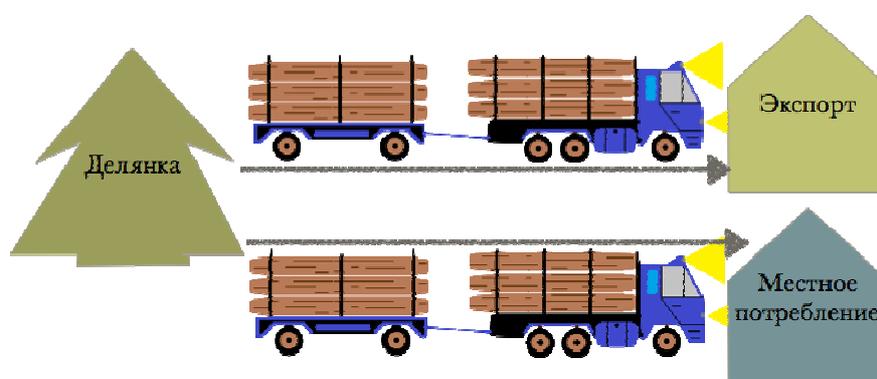


Рис. 2. Схема «прямой» доставки древесины на экспорт

Организовать такую схему возможно. Это подтверждают пробные рейсы, организованные на рассматриваемом предприятии.

Для решения поставленной задачи на рассматриваемом предприятии была собрана вся необходимая информация о процессах заготовки и транспортировки древесины за один календарный год, в том числе местоположение и характеристики всех делянок, запланированных в рубку в этом году (около 350 делянок), местоположение всех потребителей и характеристики потребляемой ими продукции (всего 16 потребителей), количество и производительность лесозаготовительных комплексов (всего 6 лесозаготовительных комплексов), число и характеристики используемых автомобилей (в отдельные дни до 33 автомобилей), местоположение двух используемых компанией пограничных переходов и т. д. Кроме того для

формирования пространственной модели необходимо была информация о дорожной сети с указанием средних скоростей движения по каждому участку, в том числе и на часть территории Финляндии. Эта информация была предоставлена Лесным центром Финляндии по данным системы Digiroad Национального транспортного агентства Финляндии. Полученная пространственная модель показана на рис. 3.



Рис. 3. Пространственная модель

При сравнении использовались реальные данные об использовании двухэтапной схемы доставки древесины на экспорт и результаты моделирования «прямой» схемы для равных прочих условий. Моделирование выполнялось с помощью инструмента для поддержки принятия решений по планированию транспортировки деловой древесины, входящего в состав комплекса компьютерных инструментов для поддержки принятия решений в сфере логистики лесозаготовок [2-6, 11-14]. Годовой объем заготовки

рассматриваемой компании составлял около 250 тыс. куб. м, из которых около 70 тыс. поставлялись на экспорт.

Результаты

Общий объем древесины, поставленной финским потребителям в 2012 году составил 72600 куб. м, однако, если рассмотреть объемы перевозок по дням года, оказывается, что в разные дни объемы сильно различаются от 0 до 750 куб. м. со средним значением 198 куб. м. в день (рис. 4).

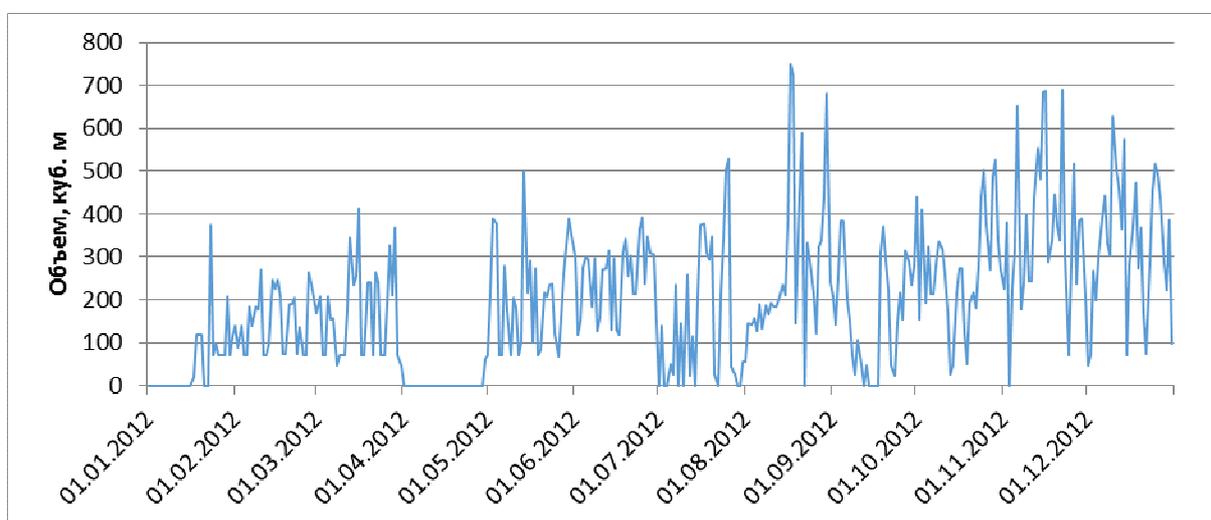


Рис. 4. Объем древесины, поставленной на экспорт

Соответствующим образом и число автомобилей, привлеченных к международным перевозкам, изменялось от 0 до 29 в разные дни со средним значением 7 (рис. 5).

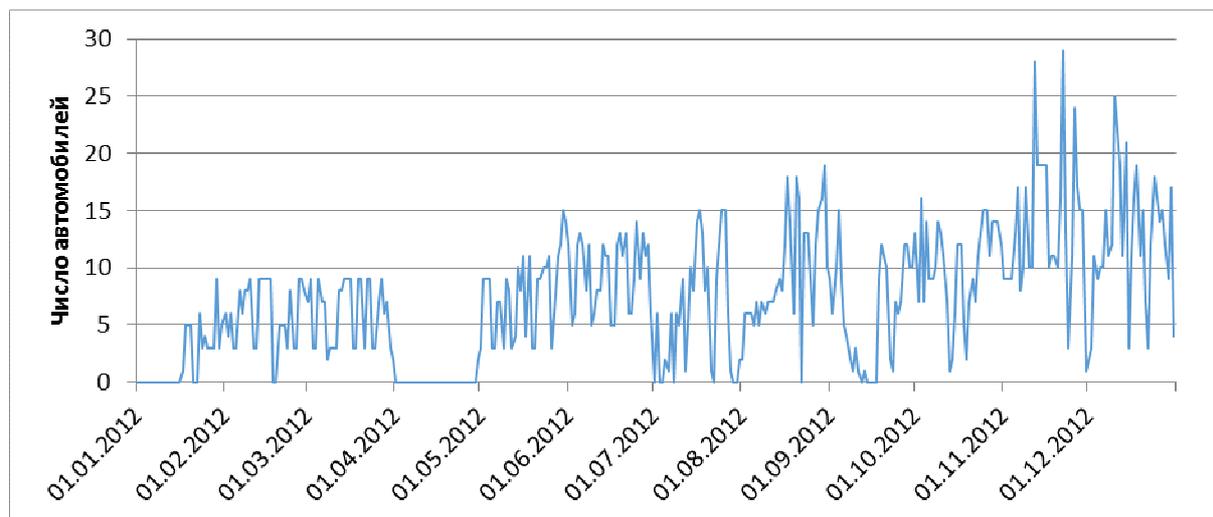


Рис. 5. Число автомобилей, привлеченных к международным перевозкам

Общий пробег на международных перевозках составил 1034 тыс. км, а в целом с учетом внутренних и международных – 1729 тыс. км. Автомобили выполнили 10376 рейсов, отработав при этом около 47600 часов.

В дальнейшем было выполнено моделирование схемы «прямой» доставки древесины на экспорт. Как оказалось, при равномерной заготовке в течение года, всю транспортировку древесины можно выполнить с помощью 8 автомобилей, 3 из которых обслуживают российских потребителей и 5 – финских. При этом все автомобили работают практически ежедневно за исключением периода весеннего закрытия дорог и перевозят ежедневно около 230 куб. м., что в сумме составляет необходимые 72900 куб. м.

Сравнительные показатели двухэтапной и «прямой» доставки приведены в таблице 1. и на рис. 6.

Выводы

Как можно видеть (табл. 1, рис. 6) при переходе от двухэтапной перевозки к «прямой», все показатели улучшают свои значения. Общий пробег автомобилей снижается на 11% за счет организации движения непосредственно с делянок к зарубежным потребителям.

Таблица 1. Сравнительные показатели

Схема перевозки		Общее время работы, ч	Общий пробег, км	Число рейсов	Общий перевезенный объем, куб. м	Пробег с грузом, км	Число автомобилей	Коэффициент использования машин	Коэффициент использования пробега	Отношение объема к пробегу, куб. м/км
Двух-этапная	Внутренняя	22017	694654	7295	257298	302445	4	0.63	0.44	0.37
	Экспорт	25579	1034280	3082	72691	475769	7 (29)	0.42	0.46	0.07
	В общем	47596	1728934	10376	257298	778214	11 (33)	0.49	0.45	0.15
Прямая	Внутренняя	13760	465204	5339	184342	214887	3	0.52	0.46	0.40
	Экспорт	27487	1075253	3172	72956	505913	5	0.62	0.47	0.07
	В общем	41248	1540457.5	8511	257298	720800	8	0.59	0.47	0.17
Приращение показателей, %	Внутренняя	-37.5	-33.0	-26.8	-28.4	-29.0	-25.0	-17.5	4.5	8.1
	Экспорт	7.5	4.0	2.9	0.4	6.3	-28.6 (-82,8)	47.6	2.2	0.0
	В общем	-13.3	-10.9	-18.0	0.0	-7.4	-27.3 (-75,8)	20.4	4.4	13.3

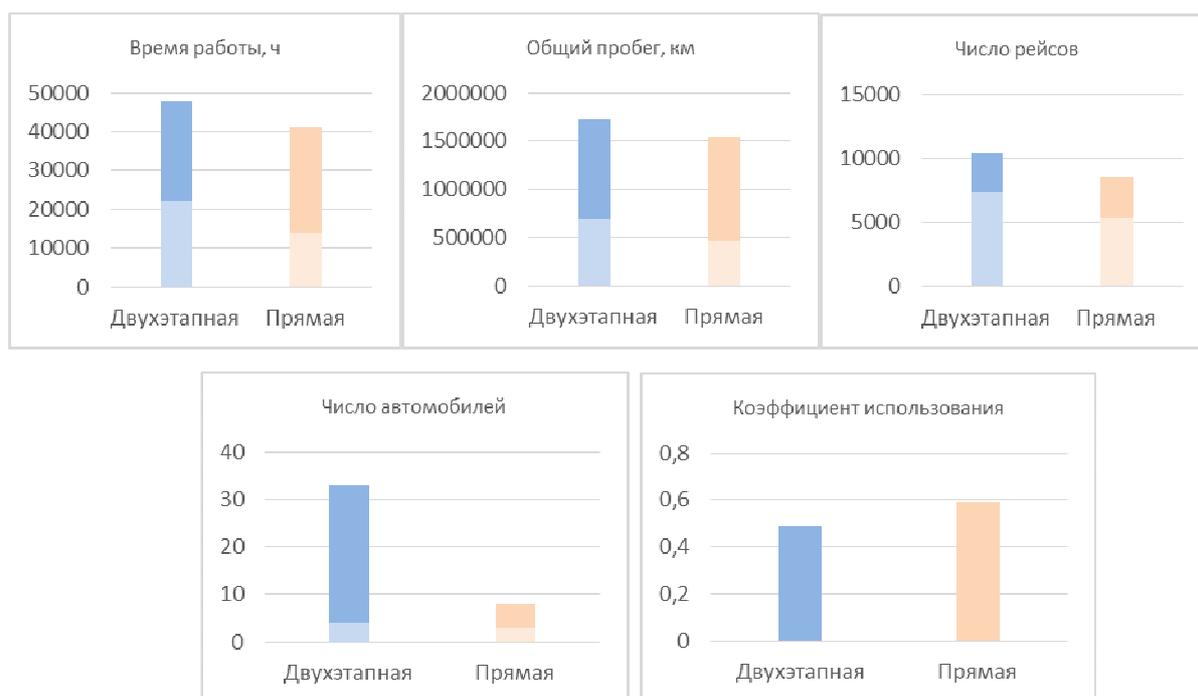


Рис. 6. Сравнительные показатели

При этом пробег автомобилей, перевозящих древесину внутренним потребителям, сокращается на 33%, т. к. они перестают транспортировать экспортную древесину к промежуточным складам. Пробег автомобилей, работающих «на экспорт» увеличивается на 4%, т. к. в среднем расстояние

от делянок к финским потребителям больше, чем такое же расстояние от промежуточных складов. Это позволяет сократить необходимое число автомобилей на внутренних перевозках с 4 до 3 (на 25%).

Время работы автомобилей на внутренних перевозках сокращается на 37,5%, а на международных увеличивается на 7,5 %. Время работы увеличивается в большей мере, чем пробег, т. к. скорость движения уменьшается, в связи с худшим качеством лесных дорог, на которые теперь вынуждены выезжать «экспортные» автомобили.

Число рейсов сокращается на 18% при равном объеме перевозок.

Моделирование показало, что при условии организации равномерных прямых поставок в течение года, на экспортных перевозках достаточно задействовать 5 автомобилей тогда, как при двухэтапных перевозках среднее число таких автомобилей составляло 7, а в пиковые дни до 29. Это позволяет существенно повысить общий коэффициент использования автомобилей (на 20%), хотя коэффициент использования на внутренних маршрутах несколько снижается.

Коэффициент использования пробега увеличивается на более чем 4%, а перевезенный объем древесины на один километр пробега возрастает на 13%.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что, несмотря на большую сложность с точки зрения организации, внедрение схемы перевозок древесины непосредственно с делянок зарубежным потребителям позволит существенно сократить число задействованных автомобилей, общий пробег, а, соответственно, и транспортные расходы рассматриваемого лесозаготовительного предприятия. Кроме того, следует ожидать сокращения складских издержек за счет исключения необходимости хранения экспортной древесины на промежуточных складах.

Литература

1. Воронов, Р.В. Математическая модель задачи планирования многопередельного производства в лесопромышленном комплексе / Р.В. Воронов, А.М. Воронова, Д.П. Косицын, А.И. Шабаев, Л.В. Щеголева // Ученые записки Петрозаводского государственного университета, 2013. - №4. - С.101-104.
2. Герасимов Ю. Ю., Соколов А. П. Методика принятия решений по оптимизации лесозаготовительных планов // Научный журнал КубГАУ. – 2011. – №5 (69). – С. 320-334.
3. Соколов А. П., Герасимов Ю. Ю. Геоинформационная система для решения оптимизационной задачи транспортной логистики круглых лесоматериалов // Известия высших учебных заведений «Лесной журнал». – 2009. – № 3. – С. 78-85.
4. Соколов А. П., Герасимов Ю. Ю., Селиверстов А. А. Методика оптимизации парка автомобилей на вывозке сортиментов на основе имитационного моделирования в среде ГИС // Ученые записки ПетрГУ. – 2009. – №11(105). – С. 72-77.
5. Соколов А.П., Герасимов Ю.Ю., Сюнёв В.С., Карьялайнен Т. Оптимизация логистики лесозаготовок // Resources and Technology. - Петрозаводск: ПетрГУ, 2012. - №9 (2). - С.117-128.
6. Соколов А.П., Герасимов Ю.Ю. Система лесозаготовительной логистики для сортиментной технологии с учетом возможности заготовки топливной древесины // Лесной вестник МГУЛ. - М: МГУЛ, 2013. - №1(93). - С.145-149.
7. Соколов А. П., Герасимов Ю.Ю. Функциональная логистика лесозаготовительного предприятия. - Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2014. - 86с.
8. Соколов, А.П., Сюнёв В.С. Логистическая концепция организации лесозаготовительного производства // Ученые записки ПетрГУ. - 2014. - №4 (141). - С.88-94.
9. Соколов, А.П., Сюнёв В.С., Селиверстов А.А., Суханов Ю.В. Особенности функциональной логистики лесозаготовок // Resources and Technology. - 2014. - Т.11, №1. - С.50-65.
10. Шегельман, И.Р., Щеголева Л.В., Щукин П.О. Экспертная оценка факторов, характеризующих сквозные технологии лесозаготовок // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2009. - Вып.189. - С.89-95.
11. Gerasimov Y. Y., Sokolov A. P., Karjalainen T. GIS-based Decision-Support Program for Planning and Analyzing Short-Wood Transport in Russia // Croatian Journal of Forest Engineering. – 2008. – Vol. 29, Issue 2. – P. 163-175.
12. Gerasimov Y., Sokolov, A. & Siounev, V. Optimization of industrial and fuel wood supply chain associated with cut-to-length harvesting. // Systems. Methods. Technologies – №3 (11) – 2011. – P. 118-124.
13. Gerasimov Yu.Yu. Improving Cut-to-length Operations Management in Russian Logging Companies Using a New Decision Support System / Yu.Yu. Gerasimov, A.P. Sokolov, D.. Fjeld // Baltic Forestry. - 2013. - vol.19, №.1(36). - P.89-105.
14. Sokolov A.P., Syunev V.S. A toolset of decision support systems for wood harvesting and forest bioenergy logistics in Russia // Renewable energy sources and clean technologies: Proceedings of 14th international multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2014. - Albena: STEF92 Technology, 2014. - vol.1. - P.3-10.

References

1. Voronov, R.V. Matematicheskaja model' zadachi planirovanija mnogoperedel'nogo proizvodstva v lesopromyshlennom komplekse / R.V. Voronov, A.M. Voronova, D.P. Kosicyn, A.I. Shabaev, L.V. Shhegoleva // Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta, 2013. - №4. - S.101-104.

2. Gerasimov Ju. Ju., Sokolov A. P. Metodika prinjatija reshenij po optimizacii lesozagotovitel'nyh planov // Nauchnyj zhurnal KubGAU. – 2011. – №5 (69). – S. 320-334.
3. Sokolov A. P., Gerasimov Ju. Ju. Geoinformacionnaja sistema dlja reshenija optimizacionnoj zadachi transportnoj logistiki kruglyh lesomaterialov // Izvestija vysshih uczebnyh zavedenij «Lesnoj zhurnal». – 2009. – № 3. – S. 78-85.
4. Sokolov A. P., Gerasimov Ju. Ju., Seliverstov A. A. Metodika optimizacii parka avtomobilej na vyvozke sortimentov na osnove imitacionnogo modelirovanija v srede GIS // Uchenye zapiski PetrGU. – 2009. – №11(105). – S. 72-77.
5. Sokolov A.P., Gerasimov Ju.Ju., Sjunjov V.S., Kar'jalajnen T. Optimizacija logistiki lesozagotovok // Resources and Technology. - Petrozavodsk: PetrGU, 2012. - №9 (2). - S.117-128.
6. Sokolov A.P., Gerasimov Ju.Ju. Sistema lesozagotovitel'noj logistiki dlja sortimentnoj tehnologii s uchetom vozmozhnosti zagotovki toplivnoj drevesiny // Lesnoj vestnik MGUL. - M: MGUL, 2013. - №1(93). - S.145-149.
7. Sokolov A. P., Gerasimov Ju.Ju. Funkcional'naja logistika lesozagotovitel'nogo predprijatija. - Petrozavodsk: Izdatel'stvo PetrGU, 2014. - 86s.
8. Sokolov, A.P., Sjunjov V.S. Logisticheskaja koncepcija organizacii lesozagotovitel'nogo proizvodstva // Uchenye zapiski PetrGU. - 2014. - №4 (141). - S.88-94.
9. Sokolov, A.P., Sjunjov V.S., Seliverstov A.A., Suhanov Ju.V. Osobennosti funkcional'noj logistiki lesozagotovok // Resources and Technology. - 2014. - T.11, №.1. - S.50-65.
10. Shegel'man, I.R., Shhegoleva L.V., Shhukin P.O. Jekspertnaja ocenka faktorov, harakterizujushhijh skvoznye tehnologii lesozagotovok // Izvestija Sankt-Peterburgskoj lesotehnicheskoi akademii, 2009. - Vyp.189. - S.89-95.
11. Gerasimov Y. Y., Sokolov A. P., Karjalainen T. GIS-based Decision-Support Program for Planning and Analyzing Short-Wood Transport in Russia // Croatian Journal of Forest Engineering. – 2008. – Vol. 29, Issue 2. – P. 163-175.
12. Gerasimov Y., Sokolov, A. & Siounev, V. Optimization of industrial and fuel wood supply chain associated with cut-to-length harvesting. // Systems. Methods. Technologies – №3 (11) – 2011. – P. 118-124.
13. Gerasimov Yu.Yu. Improving Cut-to-length Operations Management in Russian Logging Companies Using a New Decision Support System / Yu.Yu. Gerasimov, A.P. Sokolov, D., Fjeld // Baltic Forestry. - 2013. - vol.19, №.1(36). - P.89-105.
14. Sokolov A.P., Syunev V.S. A toolset of decision support systems for wood harvesting and forest bioenergy logistics in Russia // Renewable energy sources and clean technologies: Proceedings of 14th international multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2014. - Albena: STEF92 Technology, 2014. - vol.1. - P.3-10.