

УДК 630*782

О. А. Севко, М. С. Пастушенко

Белорусский государственный технологический университет

**МЕТОДИКА НАПОЛНЕНИЯ ДАННЫМИ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ
ПО ОПТИМИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗКИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ**

В статье представлены результаты работы, проведенной на примере Лименского лесничества ГЛХУ «Чериковский лесхоз» по материалам на январь 2019 г. Целью исследования было построение транспортной задачи по перевозке круглых лесоматериалов с промежуточных складов потребителю. Вводными значениями в данную задачу являются возможные объемы лесоматериалов, имеющиеся на складах поставщиков, потребности в продукции, тарифный план на перевозку от поставщика к потребителю. Исходными данными послужили отчеты об отводах лесосек под рубки, в которых представлена товарная структура вырубаемой древесины. Далее оценивались нижние склады, которые в течение месяца нуждаются в пиловочном бревне сосны диаметром 14–24 см. Для получения тарифного плана расстояние вывозки древесины определялось с использованием мобильного приложения ГЕОТРЕКЕР. Дальнейшая работа проводилась в QGIS. Затем осуществлялась привязка планшета лесничества к карте для получения расположения промежуточных складов. При работе также был использован спутниковый снимок Landsat 8 в панхроматическом канале для сравнения точности построения маршрута.

Применение данной методики позволит лесхозам планировать свою деятельность по заготовке древесины с учетом оптимального расстояния вывозки, доводить планы по заготовке лесничествам, что в конечном итоге даст возможность сократить затраты на вывозку древесины.

Ключевые слова: транспортная задача, перевозка, оптимизация вывозки, древесина, сортименты.

O. A. Sevko, M. S. Pastushenko

Belarusian State Technological University

**THE METHODOLOGY FOR THE PROVISIONING OF THE TRANSPORTATION
PROBLEM TO OPTIMIZE THE TRANSPORT OF ROUND TIMBER**

The article presents the results of work carried out on the example Limanskogo forestry SFI Cherikov forestry according to materials for the month of January 2019. The purpose of the study was to build a transport problem for the transportation of round timber from the daily warehouses to the consumer. The input values in this task are the possible volumes available in the warehouses of suppliers, the needs for products, the tariff plan for transportation from supplier to consumer. The initial data were the reports on allotments of cutting areas for cutting, in which the commodity structure of the cut wood is presented. It was further estimated lower warehouses, which within a month will need to saw the pine logs with a diameter of 14 to 24 sm, see To retrieve the tariff plan distance removals were determined using the mobile app GEOTRACKER. Further work was carried out in QGIS. Next, the forestry tablet was tied to the map to obtain the location of intermediate warehouses. The satellite image of Landsat 8 in the panchromatic channel was also used to compare the accuracy of the route.

The use of this technique will allow forestry to plan their activities for timber harvesting, taking into account the optimal distance of removal, to bring plans for harvesting forestry, which ultimately will reduce the cost of timber removal.

Key words: transportation task, transportation, optimization of transportation, wood, assortments.

Введение. В настоящее время в лесном хозяйстве Республики Беларусь стоит задача в увеличении объема выпуска продукции с высокой добавленной стоимостью. Однако с увеличением выручки, получаемой от реализации продукции лесохозяйственными учреждениями страны, пропорционально растут и затраты на получение необходимого продукта. Лесхозы и деревообрабатывающие предприятия ежедневно имеют целью осуществление непрерывной работы своих подразделений. Древесина – сырье, которое при

несвоевременной обработке может потерять свои качественные характеристики. В связи с этим в нормативных документах четко отражено время, в течение которого заготовленная древесина может храниться без химической или механической обработки. Оперативность доставки древесины дает возможность бесперебойно работать производителям и снижать простой механизмов.

Древесина в настоящее время перемещается с промежуточных складов исключительно автомобильным транспортом, затем может перегружаться

на железнодорожный транспорт. Загрузка железнодорожного транспорта должна происходить незамедлительно. В этих условиях перед предприятием стоит цель в сокращении временных затрат, необходимых на перевозку древесины с промежуточного склада к железнодорожной станции, включая погрузку-разгрузку лесовоза. Погрузка и разгрузка – это неотъемлемые работы в транспортном процессе перевозки лесных грузов. Их относят к тяжелым и трудоемким работам, так как затраты на их выполнение сопоставимы с затратами на собственно перевозки. Удельный вес погрузочно-разгрузочных работ при перевозках автомобильным транспортом в общих затратах составляют 25–30%, а при перевозках на короткие дистанции достигает 50% [1].

В условиях, когда скорость перевозки древесины не так важна, сокращение материальных затрат на доставку 1 м³ древесины должно составлять одну из основных задач.

Вопросами о планировании, организации, управлении и контроле движения материальных и информационных потоков в пространстве и времени от их первичного источника до конечного потребителя занимается логистика.

Основная часть. Актуальность проблемы поиска эффективных методов решения задачи логистики лесоматериалов значительно выросла за последние несколько лет из-за увеличенных объемов лесозаготовок, осуществляемых с использованием сортиментной (скандинавской) технологии. Однако данная технология усложняет задачу по поиску оптимального решения грузоперевозок, так как нет необходимости в нижних складах и увеличенной спецификации лесопродукции. Потребителю при сортиментной заготовке древесины может реализовываться с промежуточного склада. Это приводит к тому, что стандартные схемы организации перевозок оказываются малоэффективными, а построение более эффективных планов, ввиду сложности задачи, может быть осуществлено только при условии использования современных логистических методов, реализуемых в специальном прикладном программном обеспечении.

А. П. Соколов, В. С. Сюнёв, Ю. Ю. Герасимов, Т. Карьялайнен [2] описали создание компьютерной информационно-вычислительной системы поддержки принятия решений для оптимизации лесозаготовительных планов и логистики заготовленной древесины (СППР). СППР была создана в среде MapInfo с использованием для программирования языков MapBasic и C++, а также Microsoft Excel для формирования отчетов. Среда MapInfo обеспечивает возможность создания с помощью MapBasic программ с интерфейсом пользователя и специализированными диалоговыми окнами.

Геоинформационная система (ГИС) используется для определения расположения и соединения посредством дорожной сети лесосек, терминалов, потребителей и гаражей.

Сделан вывод, что применение методов логистики, которые бы позволили решать эту задачу в условиях компаний, существенно повышает эффективность работ по вывозке продукции лесозаготовок [2].

Оптимизация расписания вывозки древесины с использованием СППР позволила увеличить объем древесины на 10%. Общий пробег остался на том же уровне, но общее рабочее время уменьшилось на 22%. Коэффициент использования автопарка незначительно снизился на 19%, индекс пробега с грузом увеличился на 30%, а общий объем перевезенной древесины на 1 км пробега увеличился на 42% [2].

Логистический подход к управлению материальными потоками на предприятии позволяет максимально оптимизировать выполнение комплекса логистических операций. По данным фирм «Бош-Сименс», «Митсубиси», «Дженерал моторс» [1], один процент сокращения расходов на выполнение логистических функций имел тот же эффект, что и увеличение на 10% объема сбыта.

Детально вопросы теории и оптимизации лесной логистики рассмотрены в трудах ученых Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета: Салминена Э. О., Яшина А. В., Стороженко С. С. и др.; Петрозаводского государственного университета: Герасимова Ю. Ю., Катарова В. К., Соколова А. П., Сюнёва В. С. и др.; ученых Университета Йозенсуу: Tuomo Nurminen и Jaakko Heinonen. Тема имитационного моделирования логистических систем раскрыта в трудах Ю. И. Толуева, Т. П. Замановской, труды ученых Антонова А. В., Волкова В. Н., Денисова А. А., Вентцель Е. С., Гайдеса В. А. посвящены системному анализу [3].

Крайне значимы работы ученых Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета в области оптимизации логистики лесозаготовительных предприятий Салминена Э. О., Яшина А. В., Стороженко С. С. и др. В работах приведен анализ особенностей функционирования транспортно-технологического процесса лесозаготовительного предприятия, разработаны логистико-математические модели оптимизации транспортных потоков и алгоритмы оптимального планирования транспортных грузопотоков на предприятии и управления ими в условиях многовариантности потребителей, использования различных типов транспортных средств, наличия погрузочных пунктов и с учетом сезонности грузоперевозок. Описана и апробирована созданная интегрированная диалоговая

система планирования и управления транспортными грузопотоками. При решении поставленных в работе задач авторы использовали различные аналитические методы линейной и нелинейной оптимизации, методы теории двойственности, методы календарного планирования, математической статистики и принятия решений [4, 5].

Ввиду того, что заказчики (потребители) используют различные виды лесопродукции (например, лесопильные комбинаты – сосновый, еловый и березовый пиловочник; целлюлозно-бумажные комбинаты – еловые, сосновые или березовые балансы; дровяная древесина используется населением для отопления и сжигается в муниципальных котельных и котельных различных предприятий), оптимизировать процесс вывозки по суммарным объемам поставляемого всем предприятиям леса не представляется возможным. Оптимизацию процесса транспортировки леса следует производить по каждому виду продукции [6].

Задача определения плана перевозок лесоматериалов (пиловочник, баланс, дрова) с лесосечных пунктов в пункты их потребления оптимальным маршрутом сводится к постановке и решению транспортной задачи (задача Монжа – Канторовича). На основании этой задачи построена математическая модель, в которой оптимальность маршрута характеризуется критерием минимальной стоимости перевозки лесной продукции. Расстояние транспортировки между лесосечными пунктами и пунктами потребления, стоимость перевозки на один километр дороги для каждого вида продукции, а также вырабатываемые и потребляемые объемы лесной продукции задаются условиями задачи. Общий план перевозок различных видов лесной продукции строится на основании решений нескольких задач для каждого из этих видов. Число задач зависит от количества видов рассматриваемых лесоматериалов. Для каждой задачи необходимо найти решения систем уравнений, в которых количество уравнений зависит от количества пунктов-потребителей и пунктов, вырабатывающих лесную продукцию [6].

В работах таких ученых, как Толуев Ю. И., Замановская Т. П. [7, 8, 9, 10], раскрываются сущность и основные принципы имитационного моделирования логистических сетей, процессов и материальных потоков, описываются различные инструменты, используемые для моделирования.

Ю. И. Толуев [7] раскрыл понятие логистической сети, и, согласно его классификации, логистические сети могут быть внутренними (сети логистики промышленного или логистического

предприятия) и внешними (сети внешней логистики предприятия, или сети поставок).

Для построения логистических систем автор предлагает метод имитационного моделирования, так как имитационные модели, являясь производным количественных моделей, позволяют оценивать большую часть показателей производительности в виде временных рядов, а не в виде констант, что отражает динамику процессов, развивающихся в реальных системах [3].

Автор данной работы приводит пример использования имитационных моделей для построения концептуальных моделей логистических систем, ориентированных на изучение материальных потоков в логистических сетях, и предлагает применять следующую методику, включающую принципы построения частичных моделей, а именно:

- моделей структуры системы обработки материальных потоков;
- моделей ассортимента и количества грузов в потоках;
- моделей пространственной вложенности грузов, носителей груза, транспортных средств и стационарных хранилищ груза;
- временных моделей входных потоков системы;
- моделей для определения длительности технологических операций;
- моделей маршрутизации динамических объектов (транспортных средств, носителей груза и самих грузов);
- моделей объединения и разделения динамических объектов;
- моделей стратегий обработки очередей ожидания;
- моделей стратегий управления запасами;
- моделей процессов распределения ресурсов и диспетчеризации [3].

Примечательна работа ученых Университета Йозенсуу Tuomo Nurminen и Jaakko Heinonen [11]. Здесь описывается исследование, проведенное с целью определения затрат времени на различные этапы транспортировки древесины с делянок до потребителей в Финляндии. Основной задачей ученых в данном исследовании было создание модели временных затрат для типовых перевозок древесины на территории Финляндии, а также статистическая обработка полученных данных. Полученные модели и результаты, по мнению авторов, являются многообещающим инструментом для поддержки планирования и оптимизации транспортных маршрутов.

Вопросами системного анализа и исследования операций занимались такие ученые, как Антонов А. В. [12], Волкова В. Н., Денисов А. А. [13], Вентцель Е. С. [14], Гайдес В. А. [15].

F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
Номер лесного квартала	Номер лесосеки	Номера таксац. выделов	Площадь экспл. га	Хозсекция	Хозяйство	Тип леса	Объем хлыста средни	Группа способа рубки	Способ рубки	Метод реализации	деловой	дровяной	ликвидный
43	3	49	2,4	сосновая	хвойн.	черничный	0,31	проходная рубка	\ нет \	Нет	298	40,8	
5	1	50	1,9	сосновая	хвойн.	мшистый	0,09	прореживание	\ нет \	Нет	89,87	42,18	
55	1	4	3,9	сосновая	хвойн.	мшистый	0,06	прореживание	\ нет \	Нет	71,48	33,06	
6	1	48	2,1	сосновая	хвойн.	мшистый	0,08	прореживание	\ нет \	Нет	112,06	58,8	
								6/48	сосна	средняя	33,79	48,68	
										мелкая	64,91		
								55/4	сосна	средняя	7,51	15,31	
										мелкая	35,49		
								5/50	сосна	средняя	20,52	48,68	
										мелкая	51,49		
								43/49	сосна	крупная	56	19	
										средняя	136,4		
										мелкая	56,6		

Рис. 1. Возможные объемы заготовки древесины в течение предстоящего месяца работы

Нами работа проводилась на примере Лименского лесничества ГЛХУ «Чериковский лесхоз» по материалам на январь 2019 г. Исходными данными послужили отчеты об отводах лесосек под рубки, в которых представлена товарная структура вырубаемой древесины. Эта информация может экспортироваться оперативно, по мере потребности с помощью АРМ «Лесопользование». На рис. 1 представлена вводная таблица для составления возможной заготовки древесины в течение предстоящего месяца работы. Планирование заготовок и перевозок должно осуществляться в узком направлении, например, по категориям крупности. Таким образом, мы получаем заготовленную продукцию в течение января и требующую дальнейшей транспортировки.

Следующий шаг – просмотр нижних складов, которые в течение месяца будут нуждаться в пиловочном бревне сосны диаметром 14–24 см. В лесхозе потребителями такого вида сортиментов являются цех деревообработки в деревне Гронов, индивидуальный предприниматель, осуществляющий переработку при предоставлении услуг лесхозам, и железнодорожная станция «Веремейки».

Наилучшим образом обеспечить минимальные затраты на перевозку груза помогает транспортная задача «Потребители – поставщики». Поставщиками в данной ситуации считаем промежуточные склады. Вводными значениями в данной задаче являются потребности в продукции, возможные объемы, имеющиеся на складах поставщиков, тарифный план на перевозку от поставщика к потребителю. Чтобы получить тарифный план, необходимо знать расстояние вывозки древесины. Для этого было использовано мобильное приложение ГЕОТРЕКЕР. Интерфейс представлен на рис. 2. Данное приложение дает возможность построить маршрут перевозки.

Дальнейшая работа проводится в геоинформационной системе QGIS. В ГИС маршрут в формате GPX загружается с трекера. В QGIS точки проходят векторизацию, затем идет построение

линии маршрутов. Далее проводится привязка планшета лесничества к карте для получения расположения промежуточных складов.

При работе также был использован спутниковый снимок Landsat 8 в панхроматическом канале для сравнения точности построения маршрута.



Рис. 2. Интерфейс мобильного приложения ГЕОТРЕКЕР

На следующем этапе на картографию необходимо нанести промежуточные склады. Это можно сделать несколькими способами. Первый – нанести непосредственно вручную на картографию. Второй – записать координаты точки GPS-приемником.

На рис. 3 представлена полученная картографическая информация о расположении промежуточных складов с продукцией, которую необходимо транспортировать в течение предстоящего месяца. На картографию нанесена квартальная сеть Лименского лесничества. Промежуточные склады проектируются на основании данных о выписке лесорубочных билетов на предстоящий месяц. Необходимо понимать, что на один промежуточный склад может подвозиться продукция с нескольких лесосек, находящихся на небольшом расстоянии. Участок маршрута по грунтовой дороге представлен серым цветом, участок по дороге с асфальтированным покрытием – белым.

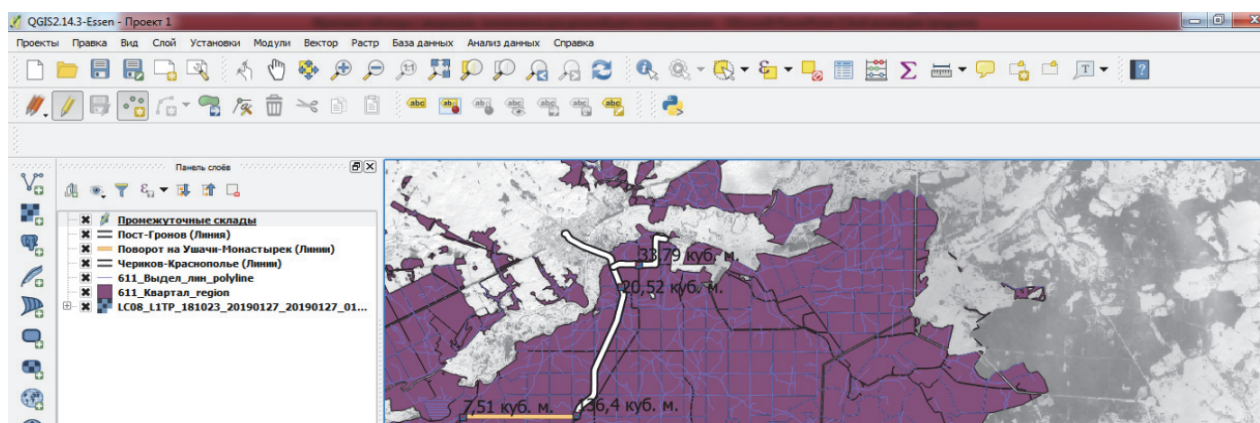


Рис. 3. Картографическая информация по Лименскому лесничеству о расположении промежуточных складов с необходимой продукцией

Поставщики	Лесной квартал				Требуются, м ³
	6	55	5	43	
Потребители					
Цех деревообработки д. Гронов	2,6	15,0	4,9	12,0	95
Станция "Веремейки"	30,0	39,0	29,0	37,0	76,42
ИП	7,3	17,0	7,1	14,0	25
Имеется, м ³	33,8	7,5	20,5	134,6	196,42

Рис. 4. Матрица транспортной задачи

После построения векторной базы необходимо определить расстояние вывозки. Его можно получить в QGIS, с помощью трекера, с помощью одометра сортиментовозов. Как правило, на территории лесхоза маршруты перевозок остаются практически постоянными. Однако наиболее оперативным способом является измерение расстояния с помощью ГИС-технологий, GPS-навигации.

Заполненная матрица транспортной задачи в окончательном варианте представлена на рис. 4.

Заключение. Использование данной методики позволит лесхозам планировать свою деятельность по заготовке древесины с учетом оптимального расстояния вывозки, доводить планы по заготовке лесничествам, что в конечном итоге позволит сократить затраты на вывозку древесины.

Литература

1. Насковец М. Т., Короленя Р. О. Организация перевозок лесной продукции. Минск: БГТУ, 2014. 102 с.
2. Оптимизация логистики лесозаготовок / А. П. Соколов [и др.] // Resources and Technology. 2012. № 9 (2). С. 117–128.
3. Шаин В. А. Методика для поддержки принятия решений по обоснованию выбора схемы транспортно-технологического процесса международных перевозок древесины // Resources and Technology. 2018. № 15 (2). С. 59–82.
4. Стороженко С. С. Повышение эффективности транспортно-технологического процесса лесопромышленных предприятий на базе логистико-математических моделей: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01. СПб., 2003. 209 с.
5. Яшин А. В. Оптимизация транспортно-технологического процесса лесозаготовительного предприятия: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01. СПб., 2009. 204 с.
6. Скрышник В. И., Кузнецов А. В., Баклагин В. Н. Обоснование оптимальных планов заготовки и вывозки леса // Resources and Technology. 2012. № 9 (1). С. 47–49.
7. Толуев Ю. И. Имитационное моделирование логистических сетей // Логистика и управление цепями поставок. М.: Эс-Си-Эм Консалтинг, 2008. № 2 (25). С. 53–63.
8. Толуев Ю. И., Некрасов А. Г., Морозов С. И. Анализ и моделирование материальных потоков в сетях поставок // Интегрированная логистика. 2005. № 5. С. 7–14.
9. Толуев Ю. И. Имитационное моделирование логистических процессов // Имитационное моделирование. Теория и практика: сб. Второй всероссийской науч.-практ. конф. СПб.: ФГУП ЦНИИ ТС, 2005. № 5. С. 71–76.
10. Толуев Ю. И., Замановская Т. П. Моделирование процессов перемещения и накопления материальных объектов в логистических сетях // Логистика: Современные тенденции развития: тез. докл. V Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: СПбГИЭУ, 2006. С. 354–359.

11. Nurminen T., Heinonen J. Characteristics and time consumption of timber trucking in Finland // *Silva Fennica*. 2007. Vol. 41 (3). P. 471–487.
12. Антонов А. В. Системный анализ. М.: Высш. шк., 2004. 454 с.
13. Вентцель Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Высш. шк., 2001. 208 с.
14. Волкова В. Н., Денисов А. А. Основы теории систем и системного анализа. СПб.: СПбГТУ, 1997. 510 с.
15. Гайдес М. А. Общая теория систем: системы и системный анализ. Винница: Глобус-Пресс, 2005. 201 с.

References

1. Naskovets M. T., Korolenya R. O. *Organizatsiya perevozok lesnoy produktsii* [Organization of transportation of forest products studies.-method]. Minsk, BSTU Publ., 2014. 102 p.
2. Sokolov A. P., Syuneyev V. S., Gerasimov Yu. Yu., Kar’yalainen T. Optimization of logistics of forest preparations. *Resources and Technology* [Resources and Technology], 2012, no. 9 (2), pp. 117–128 (In Russian).
3. Shain V. A. Methods to support decision-making on the justification of the choice of the scheme of transport and technological process of international transportation of wood. *Resources and Technology* [Resources and Technology], 2018, no. 15 (2), pp. 59–82 (In Russian).
4. Storozhenko, S. S. *Povysheniye effektivnosti transportno-tekhnologicheskogo protsessa lesopromyshlennykh predpriyatiy na baze logistiko-matematicheskikh modeley. Dis. kand. tekhn. nauk* [Improving the efficiency of transport and technological process of forest-industrial enterprises on the basis of logistics and mathematical models. Cand. Diss.]. St. Petersburg, 2003. 209 p.
5. Yashin A.V. *Optimizatsiya transportno-tekhnologicheskogo processa lesozagotovitel'nogo predpriyatiya. Dis. kand. tekhn. nauk* [Optimization of transport and technological process of logging enterprise. Diss.]. St. Petersburg, 2009, 204 p.
6. Skrypnik V. I., Kuznetsov A. V., Baklagin V. N. A study of the optimal plans for the harvesting and hauling of wood. *Resources and Technology* [Resources and Technology], 2012, no. 9 (1), pp. 47–49 (In Russian).
7. Toluev Yu. I. Simulation of logistics networks. *Logistika i upravleniye tsepyami postavok* [Logistics and supply chain management], – Moscow, 2008, no. 2 (25), pp. 53–63 (In Russian).
8. Toluyev Yu. I., Nekrasov A. G., Morozov S. I. Analysis and modeling of material flows in supply chains. *Integrirrovannaya logistika* [Integrated logistics], 2005, no. 5, pp. 7–14 (In Russian).
9. Toluyev Yu. I. Simulation of logistics processes. *Sbornik Vtoroy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii “Imitatsionnoye modelirovaniye. Teoriya i praktika”* [Proceedings of the Second all-Russian scientific and practical conference “Simulation. Theory and practice”]. St. Petersburg, 2005, no. 5, pp. 71–76 (In Russian).
10. Toluyev Yu. I., Zamanovskaya T. P. Modelling of transfer processes and accumulation of material objects in the logistic networks. *Tezisy dokladov V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii “Logistika: Sovremennyye tendentsii razvitiya”* [Theses of the V International scientific and practical conference “Logistics: Modern development trends”]. St. Petersburg, 2006, pp. 354–359 (In Russian).
11. Nurminen T., Heinonen J. Characteristics and time consumption of timber trucking in Finland. *Silva Fennica* [Silva Fennica], 2007, vol. 41 (3), pp. 471–487.
12. Antonov A.V. *Systemnyy analiz* [System analysis]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2004. 454 p.
13. Wentzel E. S. *Issledovaniye operatsiy. Zadachi, printsipy, metodologiya* [Operations Research. Tasks, principles, methodology]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2001. 208 p.
14. Volkova V. N., Denisov A. A. *Osnovy teorii sistem i sistemnogo analiza* [Fundamentals of systems theory and system analysis]. St. Petersburg, SPbGTU Publ., 1997. 510 p.
15. Gaydes M. A. *Obshchaya teoriya sistem i sistemnogo analiza* [General theory of systems: systems and system analysis]. Winnitsa, Globus-Press Publ., 2005. 201 p.

Информация об авторах

Севко Оксана Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесоустройства. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: o.sevko@belstu.by

Пастушенко Максим Сергеевич – магистрант. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь).

Information about the authors

Sevko Oksana Aleksandrovna – PhD (Agriculture), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Forest Inventory. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: o.sevko@belstu.by

Pastushenko Maxim Sergeevich – Master’s degree student, the Department of Forest Inventory. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus).

Поступила 15.05.2019