



ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫМ И ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССАМИ: ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ

Анатолий Н. Заикин¹, zaikin.anatolij@yandex.ru, 0000-0002-1831-6893

Владимир В. Сиваков¹, sv@bgitu.ru, 0000-0002-0175-9030

Владимир А. Зеликов²✉, zelikov-vrn@mail.ru, 0000-0003-2317-9413

Владимир В. Стасюк², stasiuk.volodya@yandex.ru, 0000-0002-8689-955X

Алексей С. Чуйков³, offlex88@belstu.by, 0000-0002-6923-7212

Наталья В. Зеликова², zelikova-vrn@mail.ru, 0000-0001-9080-3680

¹ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», пр. Станке Димитрова, 3, г. Брянск, 241037, Россия

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Россия

³Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», ул. Свердлова, 13а, г. Минск, 220006, Республика Беларусь

В настоящее время в Российской Федерации большое внимание уделяется внедрению информационных технологий во все стороны жизни как человека, так и общества в целом, а также затрагиваются сферы банковского обслуживания, образование, здравоохранение, промышленное производство, сельское хозяйство. Лесной комплекс является сферой промышленного производства, для повышения эффективности функционирования которого все шире используются информационные технологии, которые основываются на современных стандартах управления предприятием (ERP) и позволяют проводить учет затрат организации производственного процесса предприятия, а также организовывать передачу необходимых отчетных данных в органы государственной власти. Для повышения эффективности работы предприятия необходимо оценить возможность применимости программного обеспечения в лесохозяйственных и лесозаготовительных процессах, а также возможность осуществления моделирования данных процессов. Оценка степени сходства и различия программных продуктов по степени применимости проводили на основе статистического анализа – иерархической классификации в пакете прикладных программ IBM SPSS Statistics v25. (The degree of similarity and differences of software products by the degree of applicability was assessed on the basis of statistical analysis – hierarchical classification in the IBM SPSS Statistics v25 application software package). Проведенные исследования показали, что используемое в РФ программное обеспечение предназначено для автоматизации оперативного, управленческого, бухгалтерского и налогового учета предприятиями лесопромышленного комплекса, в то время как процесс лесохозяйственных и лесозаготовительных работ сопровождается лишь внешне, не затрагивая внутренних особенностей процесса.

Ключевые слова: программное обеспечение, лесной комплекс, лесохозяйственные работы, лесозаготовки

Благодарности: Авторы благодарят рецензентов за вклад в экспертную оценку статьи.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Программное обеспечение для управления лесохозяйственным и лесозаготовительными процессами: оценка применимости / А. Н. Заикин, В. В. Сиваков, В. А. Зеликов, В. В. Стасюк, А. С. Чуйков, Н. В. Зеликова // Лесотехнический журнал. – 2022. – Т. 12. – № 1 (45). – С. 96–109. – Библиогр.: с. 104–108 (32 назв.). – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2022.1/8>.

Поступила: 20.02.2022 **Принята к публикации:** 30.03.2022 **Опубликована онлайн:** 01.04.2022

SOFTWARE FOR THE MANAGEMENT OF FORESTRY AND LOGGING PROCESSES: ASSESSMENT OF APPLICABILITY

Anatolii N. Zaikin¹, zaikin.anatolij@yandex.ru, ☎0000-0002-1831-6893

Vladimir V. Sivakov¹, sv@bgitu.ru, ☎0000-0002-0175-9030

Vladimir A. Zelikov², ✉zelikov-vrn@mail.ru, ☎0000-0003-2317-9413

Vladimir V. Stasyuk², stasiuk.volodya@yandex.ru, ☎0000-0002-8689-955X

Alexey S. Chuikov³, offlex88@belstu.by, ☎0000-0002-6923-7212

Natalya V. Zelikova², zelikova-vrn@mail.ru, ☎0000-0001-9080-3680

¹*Bryansk State Engineering and Technological University, 3 Stanke Dimitrova Avenue, Bryansk, 241037, Russian Federation*

²*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 8, Timiryazeva street, Voronezh, 394087, Russian Federation*

³*Belarussian State Technological University, 13a Sverdlova str., Minsk, 220006, Belarus*

Abstract

Currently, in the Russian Federation, much attention is paid to the introduction of information technologies in all aspects of human life and society as a whole, and also affects the areas of banking, education, healthcare, industrial production, agriculture. The forest complex is a sphere of industrial production, in order to increase the efficiency of its functioning, information technologies are increasingly being used, which are based on modern enterprise management standards (ERP) and allow accounting for the costs of organizing the production process of the enterprise, as well as organizing the transfer of the necessary reporting data to public authorities. To improve the efficiency of the enterprise, it is necessary to evaluate the applicability of software in forestry and logging processes, as well as the possibility of modeling these processes. The degree of similarity and differences of software products in terms of applicability was assessed on the basis of statistical analysis - hierarchical classification in the IBM SPSS Statistics v25 application software package. (The degree of similarity and differences of software products by the degree of applicability was assessed on the basis of statistical analysis – hierarchical classification in the IBM SPSS Statistics v25 application software package). The conducted studies have shown that the software used in the Russian Federation is designed to automate operational, managerial, accounting and tax accounting by enterprises of the forestry and industrial complex, while the process of forestry and logging works is carried out only externally, without affecting the internal features of the process.

Keywords: software, forest complex, forestry work, logging.

Acknowledgments: The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Zaikin A. N., Sivakov V. V., Zelikov V. A., Stasyuk V. V., Chuikov A. S., Zelikova N. V. (2022) Software for management of forestry and logging processes: assessment of applicability. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forest Engineering journal], Vol. 12, No. 1 (45), pp. 96-109 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2022.1/8>.

Received: 20.02.2022 **Revised:** 15.03.2022 **Accepted:** 30.03.2022 **Published online:** 01.04.2022

Введение

Информационные технологии все более широко используются как в экономике, так и обычной жизни человека. Быстрее всего они были внедрены в финансовой сфере [1; 2]. Внедрение цифровизации в промышленной сфере проходило более сложно [3], однако преимущества, получаемые от внедрения, оказались весьма убедительными [4; 5]. В последнее время тренд на цифровизацию промышленных предприятий наметился и в РФ [6; 7]. Промышленно развитые регионы страны стали более инновационно активными [8]. Цифровизация добралась даже до отраслей, которые традиционно были далеки от широкого использования информационных технологий, например, городское и сельское хозяйство [9], а также лесная отрасль России [10; 11]. Медленно, с трудностями, но информационные технологии стали применяться и в лесу, как при организации и охране лесных ресурсов [12], так и при лесозаготовках [13; 14]. Информационные технологии в настоящее время являются одним из драйверов развития лесного предпринимательства [15], однако несут в себе и риски [16]. Законодательная база также развивается, но недостаточно быстрыми темпами [17].

С 4 февраля 2021 года действует подписанный Президентом России Федеральный закон о цифровой трансформации лесного комплекса [18]. Предусматривается создание федеральной государственной информационной системы лесного комплекса (ФГИС ЛК) с обеспечением полной прослеживаемости древесины от мест ее заготовки и складирования до производства продукции, ее переработки и вывоза продукции из РФ. В рамках его развития предполагается, что в России к 2023 году будет создана платформа «Цифровой лес», объединяющая в себе информационные системы управления лесами ЛесЕГАИС и ИС дистанционного мониторинга Рослесхоза [19].

Предприятия лесного комплекса стараются не отстать от процесса цифровизации своей деятельности [20], применяя различные программные продукты.

По выполняемым задачам весь комплекс программ можно классифицировать на три категории [21]:

- складской и бухгалтерский учет лесоматериалов,

- геоинформационные системы универсального назначения;

- отраслевые специализированные программы.

По выполняемым функциям выделяются следующие категории:

- информационные системы,

- базы данных,

- геоинформационные системы,

- интернет-ресурсы,

- информационно-поисковые системы.

При выборе в качестве признака классификации разработчиков программного обеспечения можно выделить две группы:

- программные продукты, разработанные специализированными фирмами;

- программные продукты, разработанные учёными вузов при выполнении научно-исследовательских работ.

Цель работы

Оценка степени сходства, различия и применимости программного обеспечения для производственного процесса лесного комплекса.

Материалы и методы

В статье рассмотрены программные продукты, используемые в лесном комплексе. В качестве методов исследования использовали систематический поиск, который проводили по базам данных ELibrary.ru и ресурсам сети Интернет формированием следующего алгоритма запроса: программные продукты по лесозаготовкам или информационные системы лесного комплекса.

Из систематического поиска были отобраны наиболее часто применяемые программные продукты и оценена степень их сходства и различия по параметрам: уровню их применения, модульности построения, степени проработки учетных функций, моделирования лесохозяйственных процессов, моделирования лесозаготовительных процессов.

Оценку степени сходства и различия программных продуктов для управления лесохозяйственными и лесозаготовительными процессами проводили на основе статистического анализа – иерархической классификации в пакете прикладных программ IBM SPSS Statistics v25. Оценивали

удаленность компонентов сравнения от центра на основании квадрата эвклидова расстояния методом межгрупповой связи.

Результаты и обсуждение

Сравнительная характеристика наиболее релевантных условиям систематического поиска программных продуктов представлена в табл. 1, диаграмма возможностей на рис. 1, а иерархическая диаграмма – на рис. 2.

Анализируя данные табл. 1, можно графически представить возможности использования программного обеспечения (рис. 1), исходя из предположения, что отсутствие рассматриваемого параметра равняется 0, наибольшая возможность использования (высокая степень применимости) – 4.

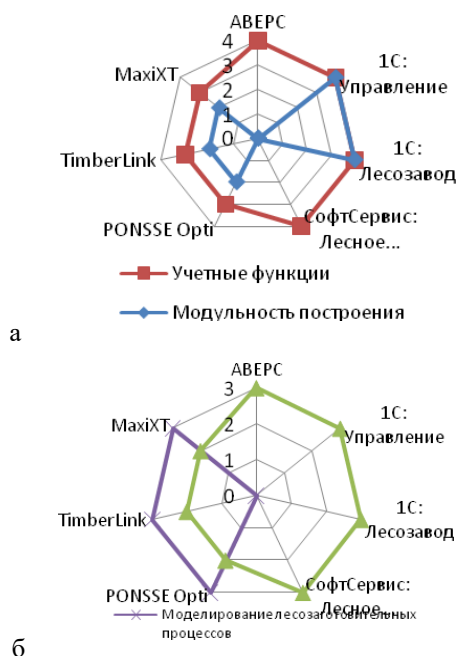


Рис. 1. Диаграмма возможностей информационных систем обеспечения лесохозяйственного производства: а – учетные функции и модульность построения, б – моделирование лесохозяйственных процессов и применение

Источник: Собственная схема авторов

Figure 1. Diagram of the capabilities of information systems for ensuring forestry production: a - accounting functions and modularity of construction, b - modeling of forestry processes and application

Source: Authors' own scheme

Анализ статистической диаграммы показывает, что максимально приближены внутри групп (на расстоянии 1,5 от центра) группа ПО А1 (5,6,7) и А2 (2,3) из табл. 1, образующие две характерные группы ПО.

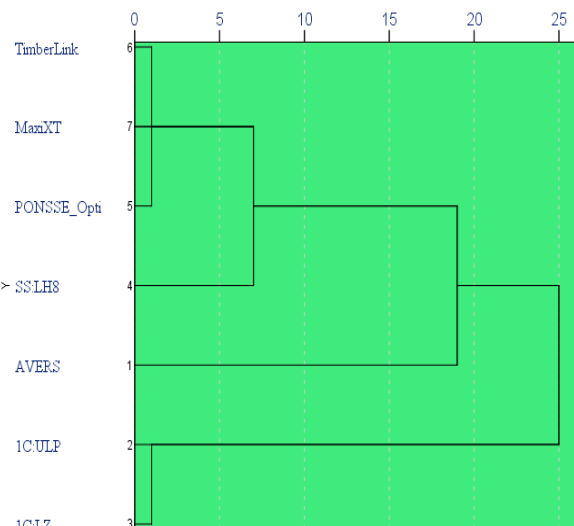


Рис. 2. Иерархическая диаграмма сходства и различия программных продуктов для управления лесохозяйственными и лесозаготовительными процессами

Источник: Собственная схема авторов

Figure 2. Hierarchical diagram of similarities and differences of software products for managing forestry and logging processes

Source: Authors' own scheme

На расстоянии 7,5 от центра располагается ПО 4 и группа А1 (5, 6, 7), образующие группу А2, что делает их менее схожими по пяти компонентам сравнения из табл. 1. Самыми несхожими, согласно дендрограмме (на уровне 25 от центра), являются ПО 1С: УЛХ и объединенная группа ПО (А1 + AVERS + SS:LH8). Данный анализ подтверждает наличие схожих достоинств и недостатков в указанных группах, которые более подробно рассмотрены далее.

На основании рассмотрения возможностей систем можно отметить, что наиболее проработанными в данных программных продуктах являются учетные функции, которые основаны на использовании стандартов управления предприятием (ERP) и данных ГИС-систем (рис. 3).

Сравнительная характеристика программных продуктов в области лесного комплекса
Источник: собственные данные авторов

Table 1

Comparative characteristics of software products in the field of forestry
Source: authors' own data

Программный продукт / Компоненты сравнения Software product / Comparison components	Модульность построения Modularity of construction	Степень проработанности учетных функций The degree of elaboration of accounting functions	Степень моделирования лесохозяйственных процессов The degree of modeling of forestry processes	Степень моделирования лесозаготовительных процессов The degree of modeling of logging processes	Область применения Scope of application
АВЕРС: Управление лесным фондом ПРОФ АВЕРС: Forest fund management PROF	отсутствует absent	высокая high	отсутствует absent	отсутствует absent	Исполнительные органы государственной власти субъектов РФ и их подведомственных учреждений Executive bodies of state power of the subjects of the Russian Federation and their subordinate institutions
1С: Управление лесозаготовительным предприятием 1С: Management of a logging enterprise	высокая high	высокая high	отсутствует absent	отсутствует absent	уровень предприятия enterprise level
1С: Лесозавод 1С: Sawmill	высокая high	высокая high	отсутствует absent	отсутствует absent	уровень предприятия enterprise level
СофтСервис: Лесное хозяйство 8 СофтСервис: Forestry 8	отсутствует absent	средняя average	отсутствует absent	отсутствует absent	уровень органов власти и предприятия the level of authorities and enterprises
PONSSE Opti	средняя average	средняя average	отсутствует absent	средняя average	уровень предприятия и лесозаготовительной техники the level of the enterprise and logging equipment
TimberLink	средняя average	средняя average	отсутствует absent	средняя average	уровень предприятия и лесозаготовительной техники the level of the enterprise and logging equipment
MaxiXT	средняя average	средняя average	отсутствует absent	средняя average	уровень предприятия и лесозаготовительной техники the level of the enterprise and logging equipment

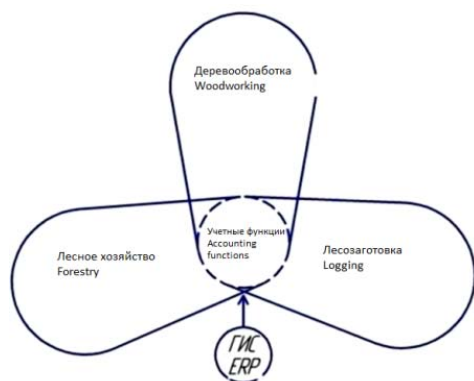


Рис. 3. Классификация информационных систем

Источник: Собственная схема авторов

Figure 3. Classification of information systems

Source: Authors' own scheme

Рассмотрим возможности применимости программных продуктов для производственного процесса лесного комплекса.

Основой лесного комплекса является организация и ведение лесного хозяйства, лесовосстановления.

В этой области основным программным продуктом является «АВЕРС (рис. 4): Управление лесным фондом ПРОФ» [22], предназначенный для комплексной автоматизации деятельности в области лесных отношений исполнительных органов государственной власти субъектов РФ и их подведомственных учреждений (лесничеств, участков лесничеств), позволяя работать с единой базой данных, что исключает нестыковки.



Рис. 4. Схема работы программы АВЕРС

Источник: [22]

Figure 4. The scheme of the AVERC program

Source: [22]

Охарактеризуем программное обеспечение лесозаготовительного процесса.

Необходимо отметить, что в основе информатизации управления любым предприятием, в том числе и лесного комплекса, используются системы класса ERP. В РФ наиболее распространенной системой такого уровня является система 1С (рис. 5) (1С:ERP Управление предприятием и 1С: Интеграция КОРП), включающая для предприятий лесного комплекса следующие модули:

- 1С: Управление лесозаготовительным предприятием. Модуль для 1С:ERP и 1С:КА (автоматизация отраслевых процессов управления и учета лесозаготовительных работ на предприятии);
- 1С: Управление деревообрабатывающим предприятием. Модуль для 1С:ERP и 1С:КА (автоматизация отраслевых процессов управления и учета на деревообрабатывающих предприятиях);
- 1С: ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования 2 КОРП (организация системы управления ремонтами и обслуживанием оборудования на предприятиях различных отраслей, в т.ч. с учетом требований стандарта ISO 55000 по управлению активами);
- 1С: RCM Управление надежностью (оптимизация профилактических и диагностических программ технического обслуживания основных фондов при минимальных затратах).

Дата	Организация	Детали	Направление деп.	Внутренний код	Подразделение вы.	Характерист.
02.01.2017 0:00:00	Леспром	1501 (3) Сыктывк	1501 (3) Сыктывк	1501 (3) Сыктывк	Заготовка	Бригада №1
02.01.2017 0:00:00	Леспром	1102 (44) Рымское	1102 (44) Рымское	1102 (44) Рымское	Заготовка	Характер №1
03.01.2017 0:00:00	Леспром	1102 (44) Рымское	1102 (44) Рымское	1102 (44) Рымское	Заготовка	Характер №1
04.01.2017 0:00:00	Леспром	1102 (44) Рымское	1102 (44) Рымское	1102 (44) Рымское	Заготовка	Характер №1
04.01.2017 0:00:00	Леспром	1113 (13) Рымское	1113 (13) Рымское	1113 (13) Рымское	Заготовка	Характер №1

Номенклатура	Характеристика	Количество	Объем заготов.
Баланс березовый	4		19,000
Баланс березовый 1...	4		16,000
Баланс еловый 1...	6		17,000
Баланс еловый 3...	6		12,000
Баланс сосновый	6		14,000
Дрова	6		12,000
Итого			147,000

Рис. 5. Скриншот программы 1С

Источник: [23]

Figure 5. Screenshot of the program 1C

Source: [23]

Среди информационных систем для лесозаготовок лидирующее место занимает «1С: Лесозавод», совместная разработка фирм «1С» и «Неосистемы Северо-Запад ЛТД» (Петрозаводск), применяемая для автоматизации лесозаготовительных,

лесопильных и деревообрабатывающих предприятий от ведения лесного фонда и заготовки, отгрузки и приемки лесоматериалов и лесосырья и до лесопиления и деревообработки.

Компания «Неосистемы» разработала программные продукты:

- Неосистемы: Лесозавод Стандарт;
- Комплекты решений на базе «Неосистемы: Лесозавод Стандарт» (рис. 6).

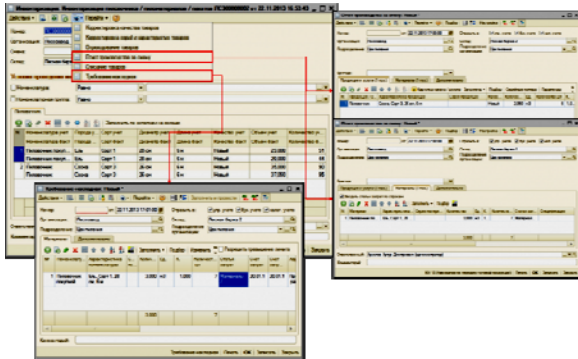


Рис. 6. Скриншот программы Неосистемы: Лесозавод Стандарт
Источник: [24]

Figure 6. Screenshot of the Neosystem program: Timber Standard
Source: [24]

«СофтСервис:Лесное хозяйство 8» предназначена для автоматизации учета государственных лесохозяйственных учреждений и производственных лесохозяйственных объединений Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, позволяет проводить учет заготовки и реализации лесопроductии, расчет фактической себестоимости, анализ производственных затрат и выявление резервов для их снижения. Разработано также приложение «Мобильная лесозаготовка 8» для быстрой точковки и кубатурник (рис. 7).

N	Вид продукции	Фаза продукции
1	Треллева в погрузочном состоянии (подвозка) теоретическая	Подвозочная корасчетная
2	Треллева шпалы топливной койкой	Треллеваная корасчетная
3	Вывозка факерного бревна для дашения непилованного	Вывозочная корасчетная
4	Треллева факерного бревна для дашения непилованного	Треллеваная корасчетная
5	Треллева балансовых непилованных	Треллеваная корасчетная
6	Треллева дров непилованных	Треллеваная корасчетная
7	Треллева дров теоретическая	Треллеваная корасчетная
8	Треллева лесоматериалов круглых койкой	Треллеваная корасчетная
9	Вывозка дров непилованных	Вывозочная корасчетная
10	Заготовка дров непилованных	Заготовочная корасчетная
11	Треллева шпалы топливной непилованной	Треллеваная корасчетная
12	Заготовка лесоматериалов круглых койкой	Заготовочная корасчетная
13	Заготовка лесоматериалов круглых непилованных	Заготовочная корасчетная
14	Вывозка дров койкой	Вывозочная корасчетная
15	Треллева дров койкой	Треллеваная корасчетная
16	Треллева в погрузочном состоянии (подвозка) дров теоретическая	Подвозочная корасчетная
17	Треллева в погрузочном состоянии (подвозка) пилованного бревна койкой	Подвозочная корасчетная
18	Вывозка балансовых койкой	Вывозочная корасчетная

Рис. 7. Интерфейс программы «СофтСервис:Лесозаготовка и лесопереработка»
Источник: [25]

Figure 7. The interface of the program "SoftServis: Logging and timber processing"
Source: [25]

Ведущие компании, производящие лесозаготовительную технику, также занимаются разработкой информационных систем для своей техники. Так, разработка информационных технологий для лесозаготовок является одним из направлений деятельности группы компаний Ponsse Group, производящей и обслуживающей лесозаготовительную технику. Она является автором программного обеспечения PONSSE Opti, позволяющего планировать лесозаготовки, отправлять карты местности на лесозаготовительную машину, сравнивать количество древесины по регионам. Разработаны информационные системы для харвестеров (Opti4G, PONSSE Opti Map 2), форвардеров (Opti Control, Opti Forwarder), лесозаготовительных машин на гусеничном ходу (Opti 7 PC), контроля и мониторинга лесозаготовок (Opti Editor, Opti Simu, Opti Stem, Opti Simu) [26]. Также компанией разработана программа PONSSE Manager, позволяющая в режиме реального времени предоставлять исчерпывающую информацию о парке машин – как о производительности, так и о рабочих площадках (рис. 8). PONSSE Manager позволяет контролировать ежедневные операции компании. Комплексный и удобный в использовании инструмент помогает поддерживать парк машин и повышает эффективность планирования работ и отчетности. Менеджером можно пользоваться на смартфоне или планшете (рис. 9) [27].

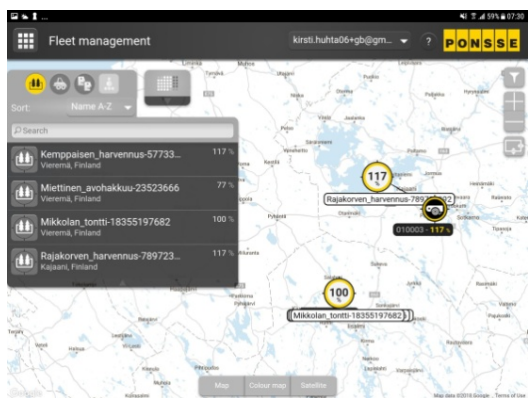


Рис. 8. Скриншот программы Fleet management

Источник: [28]

Figure 8. Screenshot of the Fleet management program

Source: [28]

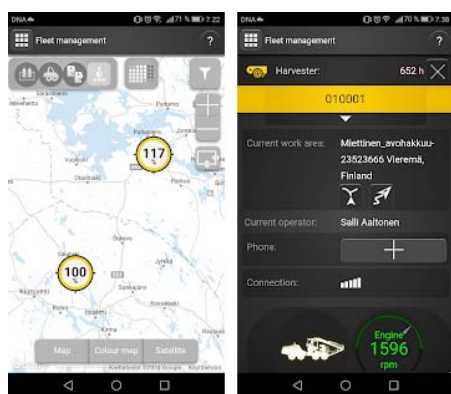


Рис. 9. Мобильная версия программы Fleet management

Источник: [29]

Figure 9. Mobile version of the Fleet management program

Source: [29]

Продукты Ponsse Group позволяют получать отдельные, промежуточные характеристики процесса лесозаготовок, но не дают целостной картины о его параметрах.

Компанией John Deere разработаны новые инструменты для планирования и контроля ведения лесозаготовок: приложения TimberMatic Maps для машин и TimberManager для офиса.

TimberMatic Maps использует картографическое программное обеспечение и позволяет задавать границы делянок, намечать волокна, места складирования заготовленной продукции, отображать в режиме реального времени процесс лесоза-

готовок и точное нахождение каждого заготовленного сортамента с учетом породы и фактической классификацией на основании данных таблиц раскряжевки (ГИС система TimberNavi) [30].

Телематические модули JDLink устанавливаются на сортиментной технике John Deere и посредством web-интерфейса передают информацию о заготовленной продукции в режиме реального времени, благодаря чему руководители лесозаготовок осуществляют мониторинг работ с помощью программы TimberManager, являющейся инструментом для управления парком техники, планирования и оперативного контроля объемов заготовки харвестером и трелевки форвардером (рис. 10).

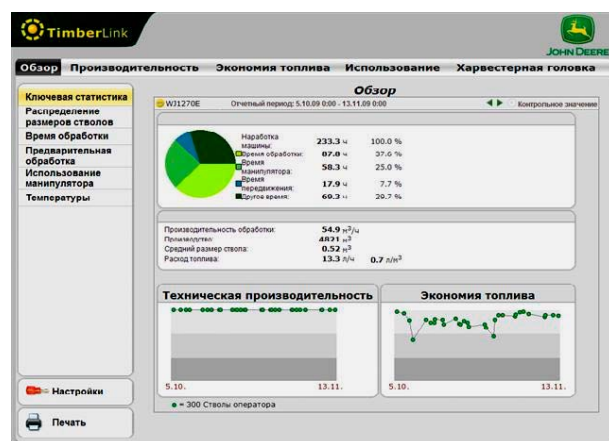


Рис. 10. Интерфейс программы TimberLink

Источник: [31]

Figure 10. TimberLink program Interface

Source: [31]

Система управления MaxiXT компании Komatsu позволяет лесозаготовительным машинам работать эффективно, оптимизируя настройки по движению в условиях различных грунтов, обеспечивает точность измерения и упрощение коммуникации с внешним миром. Функции системы: MaxiS формирует сортиментный план, MaxiVision осуществляет картографирование и GIS информацию, ESS содержит электронный каталог запасных частей (рис. 11) [32].

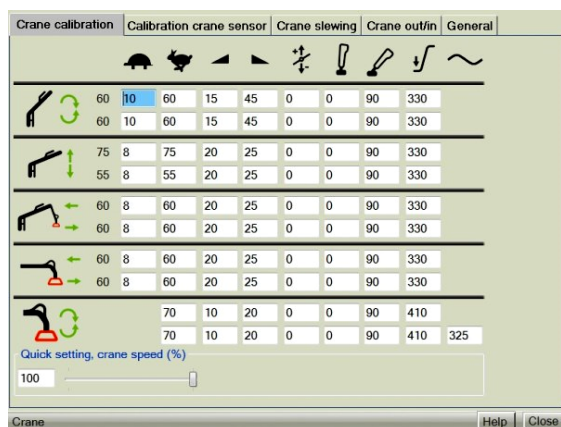


Рис. 11. Интерфейс программы MaxiXT

Источник: [32]

Figure 11. MaxiXT program Interface

Source: [32]

MaxiXT – это ядро ПО MaxiFleet, дистанционно управляющей работой машины, удаленной технической поддержкой, инструментом сравнения и анализа эксплуатационных показателей и сведений о выработке продукции по всем лесозаготовительным машинам.

Обобщая вышеизложенное, необходимо отметить, что конфигурации рассмотренных программ предназначены для автоматизации оперативного, управленческого, бухгалтерского и налогового учета предприятия лесопромышленного комплекса, процесс лесозаготовок и лесосечных работ системы сопровождают лишь внешне, не затрагивая внутренних особенностей процесса.

Заключение

Как показал обзор исследований, имеющиеся программные продукты обеспечивают разноплановые задачи и различный уровень их применения. Они не содержат модули моделирования, планирования лесохозяйственных мероприятий и лесозаготовительного процесса, что снижает их эффективность. Современный уровень использования высокопроизводительной и дорогостоящей техники на разных этапах производственного цикла работ лесного комплекса требует оперативного планирования и управления с целью повышения эффективности их применения.

Список литературы

1. Diener F., Spacek M. (2021). Digital Transformation in Banking: A Managerial Perspective on Barriers to Change. *Sustainability* 13(4): 2032. DOI: 10.3390/su13042032.
2. Diener F., Spacek M. (2020). The Role of 'Digitalization' in German Sustainability Bank Reporting. *International Journal of Financial Studies* 8(1): 16. DOI: 10.3390/ijfs8010016.
3. Gölzer P., Fritzsche A. (2017) Data-driven operations management: organisational implications of the digital transformation in industrial practice. *Production Planning and Control* 28(16): 1332-1343 DOI: 10.1080/09537287.2017.1375148.
4. Kolberg D., Zühlke D. (2015). Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies December 2015 IFAC-PapersOnLine 48(3): 1870-1875. DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.06.359.
5. Erboz G. (2020). A qualitative study on industry 4.0 competitiveness in Turkey using Porter diamond model. *Journal of Industrial Engineering and Management* 13(2): 266. DOI: 10.3926/jiem.2915.
6. Tolstykh T. O., Afonin S. E. Strategic development of scientific and technical potential of industry during the digital transformation of economy. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2021; 14(4): 410-417. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-4-410-417>.
7. Naumov I. V., Dubrovskaya J. V., Kozonogova E. V. (2020). Digitalisation of Industrial Production in the Russian Regions: Spatial Relationships. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 16(3), 896-910, <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-3-17>.
8. Averina L. M., Sirotin D. V. (2020). Assessment of Spatial Effects from Innovation Activities in the Industrialized Russian Regions. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 16(1), 268-282. <https://doi.org/10.17059/2020-1-20>.

9. Gavrilović N., Mishra A. (2021). Software architecture of the internet of things (IoT) for smart city, healthcare and agriculture: analysis and improvement directions. *J Ambient Intell Human Comput* **12**, 1315–1336. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02197-3>.
10. Волдаев М. Н. Цифровая трансформация лесной отрасли России. *Деревообрабатывающая промышленность*. 2017; 2: 24-30.
11. Вертакова Ю. В., Крыжановская О. А., Евченко А. В. Совершенствование системы государственного управления лесами с учетом зарубежного опыта и российской практики цифровизации лесоустройства и лесопользования. *Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент*. 2020; 10 (2): 46-62.
12. IT-лесная охрана. URL: <https://proderevo.net/industries/forestry/it-lesnaya-okhrana.html> (дата обращения: 10.01.2022).
13. IT-технологии в лесу: как работу заготовителей дерева в Поморье контролируют по Wi-Fi и спутнику. URL: <https://proderevo.net/news/corp/it-tehnologii-v-lesu-kak-rabotu-zagotovitelej-dereva-v-pomore-kontroliruyut-po-wi-fi-i-sputniku.html> (дата обращения: 10.01.2022).
14. В цифровом лесу: Интернет вещей для лесорубов. URL: <https://www.if24.ru/tsifrovoy-les-iot-dlya-lesorubov/> (дата обращения: 10.01.2022).
15. Степанова Ю. Н. Цифровизация как новый фактор влияния на развитие предпринимательства в лесном секторе экономики. *Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика*. 2018. Т. 6. № 7 (43). С. 409-412.
16. Синявский Н. Г. Риски цифровизации и экономическая безопасность лесного комплекса. *Экономическая безопасность*. 2020; 3 (3): 377-390.
17. Евченко А. В., Вертакова Ю. В. Анализ основных программно-стратегических документов в сфере использования цифровых технологий в управлении лесным хозяйством России // *Естественно-гуманитарные исследования*. 2020; 27 (1): 92-98.
18. От ЛесЕГАИС до ФГИС ЛК: выходим на новый уровень. URL: <http://lesozagotovka.com/rybriki/les-i-zakon/ot-lesegais-do-fgis-lk-vykhodim-na-novyy-uroven/> (дата обращения: 10.01.2022).
19. 2020: Создание платформы путем объединения ЛесЕГАИС и ИС дистанционного мониторинга Рослесхоза. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Проект:Министерство_природных_ресурсов_и_экологии_\(Цифровой_лес\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Проект:Министерство_природных_ресурсов_и_экологии_(Цифровой_лес)) (дата обращения: 10.01.2022).
20. Trimble Forestry – эра цифровых технологий в лесозаготовительном бизнесе. URL: <https://lpk-sibiri.ru/logging/timber-truck/era-tsifrovyyh-tehnologij-v-lesozagotovitelnom-biznese/> (дата обращения: 10.01.2022).
21. Оплетаев А. С., Чермных А. И., Жигулин Е. В., Воронцова К. А. Сравнительный анализ информационных программных продуктов для лесной отрасли. *Леса России и хозяйство в них*. 2020; 1 (72). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-informatsionnyh-programmnyh-produktov-dlya-lesnoy-otrasli> (дата обращения: 10.01.2022).
22. АБЕРС: Управление лесным фондом ПРОФ. URL: <https://www.theforest.ru/solutions/> (дата обращения: 10.01.2022).
23. О выпуске "1С:Управление лесозаготовительным предприятием. Модуль для 1С:ERP и 1С:КА2". URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/forest-plant-erp> (дата обращения: 10.01.2022).
24. Решения для ЛПК. URL: <https://lesprom.neosystems.ru/product/resheniya-dlya-lpk/> (дата обращения: 10.01.2022).
25. СофтСервис:Лесозаготовка и лесопереработка. URL: https://www.softservice.by/program/agriculture_forestry/softservice_forestry_and_timber_enterprise/ (дата обращения: 10.01.2022)

26. Информационные системы. URL: https://www.ponsse.com/ru/produkcija/informacionnye-sistemy-opti/produkt/-/p/wood_procurement#/ (дата обращения: 10.01.2022).
27. PONSSE MANAGER. URL: <https://www.ponsse.com/ru/services/online-services/ponsse-manager#/> (дата обращения: 10.01.2022).
28. PONSSE Manager. URL: <https://m.apkpure.com/id/ponsse-manager/com.ponsse.manager> (дата обращения: 10.01.2022).
29. PONSSE Manager apk. URL: <http://geee1.apkmonk.com/app/com.ponsse.manager/> (дата обращения: 10.01.2022).
30. TimberMatic Maps. URL: <https://www.deere.co.uk/en/forestry/timbermatic-manager/> (дата обращения: 10.01.2022).
31. Решения для эффективной лесозаготовки. URL: <https://www.deere.ru/ru/наша-компания/пресс-центр/пресс-релизы/2020/01-2020-решения-для-эффективной-лесозаготовки.html> (дата обращения: 10.01.2022).
32. Системы управления Komatsu. URL: <https://www.komatsuforest.ru/машины/система-управления> (дата обращения: 10.01.2022).

References

1. Diener F., Spacek M. (2021). Digital Transformation in Banking: A Managerial Perspective on Barriers to Change. *Sustainability* 13(4): 2032. DOI: 10.3390/su13042032.
2. Diener F., Spacek M. (2020). The Role of 'Digitalization' in German Sustainability Bank Reporting. *International Journal of Financial Studies* 8(1): 16 DOI: 10.3390/ijfs8010016.
3. Gölzer P., Fritzsche A. (2017) Data-driven operations management: organisational implications of the digital transformation in industrial practice. *Production Planning and Control* 28(16): 1332-1343. DOI: 10.1080/09537287.2017.1375148.
4. Kolberg D., Zühlke D. (2015). Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies. December 2015IFAC-PapersOnLine 48(3): 1870-1875. DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.06.359.
5. Erboz G. (2020). A qualitative study on industry 4.0 competitiveness in Turkey using Porter diamond model. *Journal of Industrial Engineering and Management* 13(2): 266. DOI: 10.3926/jiem.2915.
6. Tolstykh T. O., Afonin S. E. Strategic development of scientific and technical potential of industry during the digital transformation of economy. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2021; 14(4): 410-417. (In Russ.) <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-4-410-417>.
7. Naumov I. V., Dubrovskaya J. V., Kozonogova E. V. (2020). Digitalisation of Industrial Production in the Russian Regions: Spatial Relationships. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 16(3), 896-910, <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-3-17>.
8. Averina L. M., Sirotin D. V. (2020). Assessment of Spatial Effects from Innovation Activities in the Industrialized Russian Regions. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 16(1), 268-282. <https://doi.org/10.17059/2020-1-20>.
9. Gavrilović N., Mishra A. (2021). Software architecture of the internet of things (IoT) for smart city, healthcare and agriculture: analysis and improvement directions. *J. Ambient Intell Human Comput* 12, 1315–1336. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02197-3>.
10. Voldayev M. N. Tsifrovaya transformatsiya lesnoy otrasli Rossii. *Derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost'*. 2017. № 2. S. 24-30.
11. Vertakova Yu. V., Kryzhanovskaya O. A., Yevchenko A. V. Sovershenstvovaniye sistemy gosudarstvennogo upravleniya lesami s uchetom zarubezhnogo opyta i rossiyskoy praktiki tsifrovizatsii lesoustroystva i

lesopol'zovaniya. Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sotsiologiya. Menedzhment. 2020. Vol. 10. № 2. S. 46-62.

12. IT-lesnaya okhrana. URL: <https://proderevo.net/industries/forestry/it-lesnaya-okhrana.html> (data obrashcheniya: 10.01.2022).

13. IT-tehnologii v lesu: kak rabotu zagotoviteley dereva v Pomor'ye kontroliruyut po Wi-Fi i sputniku. URL: <https://proderevo.net/news/corp/it-tehnologii-v-lesu-kak-rabotu-zagotovitelej-dereva-v-pomore-kontroliruyut-po-wi-fi-i-sputniku.html> (data obrashcheniya: 10.01.2022).

14. V tsifrovom lesu: Internet veshchey dlya lesorubov. URL: <https://www.if24.ru/tsifrovoi-les-iot-dlya-lesorubov/> (data obrashcheniya: 10.01.2022).

15. Stepanova Yu. N. Tsifrovizatsiya kak novyy faktor vliyaniya na razvitiye predprinimatel'stva v lesnom sektore ekonomiki. Aktual'nyye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. 2018. Vol. 6. № 7 (43). S. 409-412.

16. Sinyavskiy N. G. Riski tsifrovizatsii i ekonomicheskaya bezopasnost' lesnogo kompleksa. Ekonomicheskaya bezopasnost'. 2020. Vol. 3. № 3. S. 377-390.

17. Yevchenko A. V., Vertakova Yu. V. Analiz osnovnykh programmno-strategicheskikh dokumentov v sfere ispol'zovaniya tsifrovyykh tekhnologiy v upravlenii lesnym khozyaystvom Rossii. Yestestvenno-gumanitarnyye issledovaniya. 2020. № 27 (1). S. 92-98.

18. Ot LesEGAIS do FGIS LK: vykhodim na novyy uroven'. URL: <http://lesozagotovka.com/rybriki/les-i-zakon/ot-lesegais-do-fgis-lk-vykhodim-na-novyy-uroven/> (data obrashcheniya: 10.01.2022).

19. 2020: Sozdaniye platformy putem ob'yedineniya LesEGAIS i IS distantsionnogo monitoringa Rosleskhoza. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Projekt:Ministerstvo_prirodnnykh_resursov_i_ekologii_\(Tsifrovoy_les\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Projekt:Ministerstvo_prirodnnykh_resursov_i_ekologii_(Tsifrovoy_les)) (data obrashcheniya: 10.01.2022).

20. Trimble Forestry – era tsifrovyykh tekhnologiy v lesozagotovitel'nom biznese. URL: <https://lpk-sibiri.ru/logging/timber-truck/era-tsifrovyykh-tehnologiy-v-lesozagotovitel'nom-biznese/> (data obrashcheniya: 10.01.2022).

21. Opletayev A. S., Chermnykh A. I., Zhigulin Ye. V., Vorontsova K. A. Sravnitel'nyy analiz informatsionnykh programmnykh produktov dlya lesnoy otrasli // Lesa Rossii i khozyaystvo v nikh. 2020. № 1 (72). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'nyy-analiz-informatsionnykh-programmnykh-produktov-dlya-lesnoy-otrasli> (data obrashcheniya: 10.01.2022).

22. AVERS: Upravleniye lesnym fondom PROF. URL: <https://www.theforest.ru/solutions/> (data obrashcheniya: 10.01.2022).

23. O vypuske "IS:Upravleniye lesozagotovitel'nym predpriyatiyem. Modul' dlya IS:ERP i 1C:KA2". URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/forest-plant-erp/> (data obrashcheniya: 10.01.2022).

24. Resheniya dlya LPK. URL: <https://lesprom.neosystems.ru/product/resheniya-dlya-lpk/> (data obrashcheniya: 10.01.2022).

25. SoftServis:Lesozagotovka i lesopererabotka. URL: https://www.softservice.by/program/agriculture_forestry/softservice_forestry_and_timber_enterprise/ (data obrashcheniya: 10.01.2022).

26. Informatsionnyye sistemy. URL: https://www.ponsse.com/ru/produkcija/informacionnye-sistemy-opti/produkt/-/p/wood_procurement#/ (data obrashcheniya: 10.01.2022).

27. PONSSE MANAGER. URL: <https://www.ponsse.com/ru/services/online-services/ponsse-manager#/> (data obrashcheniya: 10.01.2022).

28. PONSSE Manager. URL: <https://m.apkpure.com/id/ponsse-manager/com.ponsse.manager> (data obrashcheniya: 10.01.2022).

29. PONSSE Manager apk. URL: <http://geee1.apkmonk.com/app/com.ponsse.manager/> (data obrashcheniya: 10.01.2022).

30. TimberMatic Maps. URL: <https://www.deere.co.uk/en/forestry/timbermatic-manager/> (data obrashcheniya: 10.01.2022).

31. Resheniya dlya effektivnoy lesozagotovki. URL: <https://www.deere.ru/ru/nasha-kompaniya/press-tsentr/press-relizy/2020/01-2020-resheniya-dlya-effektivnoy-lesozagotovki.html> (data obrashcheniya: 10.01.2022).

32. Sistemy upravleniya Komatsu. URL: <https://www.komatsuforest.ru/mashiny/sistema-upravleniya> (data obrashcheniya: 10.01.2022).

Сведения об авторах

Заикин Анатолий Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры "Транспортно-технологические машины и сервис" ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», пр. Станке Димитрова, 3, г. Брянск, Российская Федерация, 241037, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1831-6893>, e-mail: zaikin.anatolij@yandex.ru.

Сиваков Владимир Викторович – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры "Транспортно-технологические машины и сервис" ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», пр. Станке Димитрова, 3, г. Брянск, Российская Федерация, 241037, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0175-9030>, e-mail: sv@bgitu.ru.

Зеликов Владимир Анатольевич – доктор технических наук, доцент кафедры организации перевозок и безопасности движения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2317-9413>, e-mail: zelikov-vrn@mail.ru.

Стасюк Владимир Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры организации перевозок и безопасности движения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8689-955X>, e-mail: stasiuk.volodya@yandex.ru.

Чуйков Алексей Сергеевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии и дизайна изделий из древесины УО «Белорусский государственный технологический университет», ул. Свердлова, 13а, г. Минск, Республика Беларусь, 220006, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6923-7212>, e-mail: offlex88@belstu.by.

Зеликова Наталья Владимировна – бакалавр автомобильного факультета, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9080-368>, e-mail: zelikova-vrn@mail.ru.

Information about the authors

Zaikin Anatolii Nikolaevich – Dr. Sci. (Engineering), Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Service, Bryansk State Engineering and Technological University, 3 Stanke Dimitrova Avenue, Bryansk, 241037, Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1831-6893>, e-mail: zaikin.anatolij@yandex.ru.

Sivakov Vladimir Viktorovich – Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Service, Bryansk State Engineering and Technological University, 3 Stanke Dimitrova Avenue, Bryansk, 241037, Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0175-9030>, e-mail: sv@bgitu.ru.

Zelikov Vladimir Anatolyevich – Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor of the Department of Transportation Organization and Traffic Safety, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,

Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2317-9413>, e-mail: zelikov-vrn@mail.ru.

Stasyuk Vladimir Vladimirovich – Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor of the Department of Transportation Organization and Traffic Safety, Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8689-955X>, e-mail: stasiuk.volodya@yandex.ru.

Chuikov Alexey Sergeevich – Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Belarussian State Technological University, 13a, Sverdlova str., Minsk, 220006, Belarus, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6923-7212>, e-mail: offlex88@belstu.by.

Zelikova Natalya Vladimirovna – Bachelor of Automobile Faculty, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9080-368>, e-mail: zelikova-vrn@mail.ru.