

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ПРИ ЛЕСОЗАГОТОВКАХ

А.Н. Заикин¹✉, В.В. Сиваков¹, В.В. Никитин², А.А. Брионес²

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

²ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный университет)» (Мытищинский филиал), Россия, 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

zaikin.anatolij@yandex.ru

Рассмотрено влияние информатизации на повышение эффективности функционирования предприятий лесного хозяйства. Установлено, что на предприятиях лесного комплекса применяются информационные технологии, основанные на современных стандартах управления предприятием. Определено, что направления деятельности предприятий лесного комплекса отличаются разнообразием, которое не позволяет создать простое и эффективное решение для всех видов деятельности, при этом наиболее компьютеризировано лесное хозяйство в плане учета ресурсов с широким внедрением геоинформационных технологий, где применяется достаточно много как авторских, так и коммерческих программных продуктов, большое внимание уделяется вопросам, связанным с наполнением электронных баз данных картографической и таксационной информацией о лесном фонде, отводе лесосек, лесопатологических обследованиям, хранению материалов лесоустройств, подготовке отчетов. Проведенные исследования данного класса программ показали, что они могут работать как в локальном, так и сетевом режимах, в том числе с использованием сети интернет. Установлено, что менее развито направление, связанное с моделированием лесохозяйственной деятельности по повышению эффективности роста древостоев, коммерческие программные продукты отсутствуют, но есть авторские разработки. Выявлено, что в области лесозаготовок имеется программное обеспечение, применяемое ведущими производителями лесозаготовительной техники (Jonh Deere, Komatsu, Ponsse) и ряд авторских некоммерческих решений. Определено, что в области информационного обеспечения лесозаготовок имеется достаточно большое число информационных сайтов, а также авторских баз данных, содержащих информацию по определенным направлениям. Проведенные нами исследования показали, что используемое в РФ программное обеспечение не обеспечивает комплексной информатизации деятельности предприятий лесного хозяйства и лесозаготовок, что снижает их эффективность.

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

Ссылка для цитирования: Заикин А.Н., Сиваков В.В., Никитин В.В., Брионес А.А. Программное обеспечение в лесном хозяйстве и при лесозаготовках // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2023. Т. 27. № 4. С. 172–184. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-4-172-184

Развитие науки, производства, общества обусловило повсеместное применение информационных баз данных и создание необходимых условий для их разработки, внедрения и эксплуатации. Цифровизация является одним из основных трендов в развитии промышленности, в том числе и в лесном комплексе, где требуется осуществлять учет лесных ресурсов, проводимые мероприятия по уходу за лесом, лесозаготовки и деревообработку.

Цель работы

Цель работы — анализ существующих прикладных программ, предназначенных для планирования деятельности производственных систем и управления ими, а также оценка степени их применимости для предприятий лесного комплекса России.

Материалы и методы

Рассмотрим программное обеспечение лесозаготовительного процесса. Программы известных компаний (например, 1С) используют в основном учетные функции, не затрагивая прогнозирование технологических и производственных процессов. Прогнозирование производственных процессов является чрезвычайно важным для предварительной оценки эффективности проводимых мероприятий и прогноза получаемых результатов в числовом выражении.

В практике планирования производственных процессов, выполняемых под открытым небом, широко применяются геоинформационные системы (ГИС) (табл. 1). Эффективность их использования в лесном секторе экономики весьма высока. Одним из наиболее известных среди них является программный комплекс ARC/INFO, поддерживающий следующие функции [1]:

Т а б л и ц а 1

ГИС в области ведения лесного хозяйства
GIS in forestry management

Наименование программного продукта	Тип программы	Режим работы	Уровень	Интеграция с другим ПО	Учетные функции	Коммерческая версия
ARC/INFO	Коммерческая	Сетевой	–	–	–	Имеется
Topol-1 [4]	«–»	Сетевой, интернет	Область / предприятие	Средняя	Средние	«–»
ЛУ–ГИС ЛХ [6]	Авторская, коммерческая	–	«–»	«–»	«–»	«–»
Аксиома. ГИС [8]	Коммерческая	Сетевой, интернет	«–»	«–»	Высокие	«–»
NextGIS Лес [12]	Авторская, коммерческая	«–»	«–»	«–»	Средние	«–»
Лесовод [13]	Авторская	«–»	Предприятие	«–»	«–»	Нет данных
Forest Book [14]	Авторская, коммерческая	Сетевой	Область	«–»	Высокие	Имеется
AISPOL [15]	«–»	«–»	Область / предприятие	«–»	Средние	«–»
ГИС Formap 2.1-5.4 [16]	Бесплатная / коммерческая	Сетевой, мобильный	Предприятие	Низкая	Низкие	«–»

- разработку долговременной стратегии поставок древесины;
- прогноз ликвидных запасов древесины на срок до 5 лет;
- выбор технологии лесозаготовок;
- начертание перспективной сети дорог с минимальными капитальными вложениями на ее сооружение и эксплуатацию;
- проведение визуального ландшафтного анализа с размещением лесосек;
- установление границ естественных местообитаний представителей фауны;
- моделирование сценариев распространения лесных пожаров;
- осуществление тактического планирования пожаротушения в лесах.

На основе программного комплекса разработана система управления лесами и земельными записями ArcForest [2, 3], позволяющая выполнять следующие работы:

- определять границы лесонасаждений;
- объемы леса на корню и запасов на 1 га;
- распределять насаждения по породному составу;
- рассчитывать количество деревьев и плотность насаждений;
- получать достоверную информацию об изменениях, произошедших за некоторый период времени;
- передавать данные с помощью GPRS-связи.

ООО «ЛесИС» представило на российский рынок ГИС программно-аппаратный комплекс Topol-1, способный выполнять комплекс картографических работ по подготовке, анализу, редактированию и использованию цифровых карт лесных массивов [4].

Основное назначение ГИС для лесозаготовок состоит в предоставлении сведений о природных условиях, в которых разрабатывается лесосека.

Лесоустроительные предприятия ряда регионов России на основе зарубежных ГИС разрабатывают комплексные программы для создания цифровых лесоустроительных планшетов и лесных карт. Во многих регионах России идет создание и использование ГИС, в частности в Ленинградской, Московской, Липецкой, Челябинской, Новгородской, Архангельской и других областях. Например, ООО «Марлеспроект» в г. Йошкар-Оле предлагает базу данных AISPOL, которая позволяет создавать лесоустроительные базы данных, осуществлять картографирование, разрабатывать различные проектные документы по выделительной базе данных и вести государственный лесной реестр [5].

Лесоустроительная геоинформационная среда ЛУ-ГИС-ЛХ разработана ГУП ДХ АК «Северо-западное ДСУ» на базе программных комплексов WINPLP, WINGIS и применяется для наполнения электронных баз данных картографических и таксационных данных о лесном фонде. Кроме того, эта среда позволяет анализировать и редактировать информацию, которая в дальнейшем используется для формирования пространственно-символьной базы данных (БД) [6].

ГИС «Аксиома» является российской разработкой [7], она дает возможность создавать и редактировать карты, ее интерфейс совместим с MapInfo Pro, а задачами являются сортировка, хранение и дальнейшее использование данных в популярных системах управления базами данных (СУБД) PostgreSQL, Microsoft SQL Server, Oracle, SQL Lite [8].

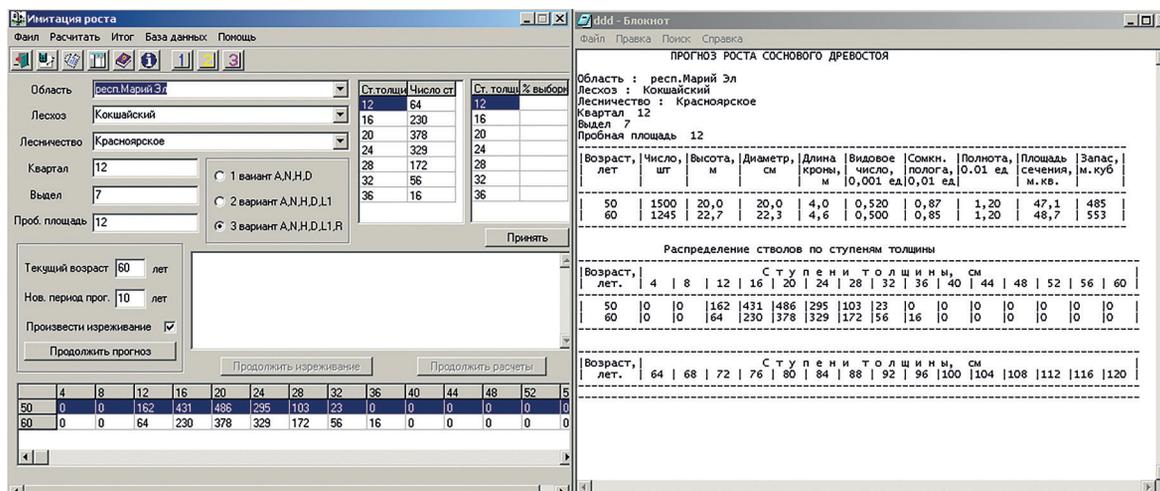


Рис. 1. Интерфейс программы Sosna с результатом расчета
 Fig. 1. Sosna software interface with calculation result

Программный комплекс ForestDB является гибкой и мощной системой обработки лесоустроительной информации, осуществляющей импорт/экспорт лесотаксационной информации из других аналогичных систем, которая сокращает время работы над проектом [9].

С помощью программно-аппаратного комплекса ГИС ForMap [10] можно создавать графическую и атрибутивную БД по лесничеству, осуществлять работы по таксации, отводу лесосек, лесопатологическим обследованиям, фиксации лесонарушений, хранению материалов лесостроительства и др.

NextGIS Лес — это пакет программ оперативного управления лесохозяйственными данными и формирования отчетности [11], позволяющий создавать предварительные контуры лесосек на основе космоснимков, лесоустроительных планшетов и иной графической информации, осуществлять экспорт созданных контуров лесосек в GPS-приемник и импортировать точки и треки из него, хранение информации о созданных лесосеках в базе данных лесосек, формировать приложения 3 и 4 к лесной декларации в соответствии с приказом Минприроды России от 16.01.2015 г. № 17 [12].

Программный комплекс «Лесовод» разработан как инструмент информационно-аналитической поддержки лесопользователей, обеспечивающий автоматизацию процессов планирования и учета работ на арендуемых участках леса, а также подготовку отчетных материалов об использовании лесов. Программный комплекс разработан с открытым кодом и предоставляет пользователям пространственную 3D информацию, выдавая ее с использованием ГИС и web- технологий [13].

Практически любые задачи, связанные с работой цифровых карт, позволяют решать зарубежные ГИС, в частности Spans Tydac, Geo/Sql

Таблица 2

Авторские программные продукты в области лесохозяйственной деятельности с моделированием древостоев при локальном режиме работы
Author's forestry software products with stand modelling in local operation mode

Программный продукт	Уровень	Интеграция с ГИС
Sosna [17]	Регион / лесничество	Нет
ПолиСКАН-FS [18]	Регион	Имеется
Оптимизация параметров режимов рубок ухода за лесом [19]	Лесничество	Нет данных

Technologies, Wingis Progis, Mapinf Mapping Information Systems Corporation, Arcade Sri, Atlas Map Strategic Mapping Inc, Arcview.

Как показало проведенное нами исследование, в области моделирования лесохозяйственной деятельности используется ряд программных продуктов. В основном это авторские разработки коллективов вузов, выполненные в рамках научно-исследовательских работ или диссертационных исследований (табл. 2).

Примером такой программы является программа Sosna (рис. 1), с помощью которой на основе введенных в базу данных параметров древостоев можно спрогнозировать их рост в течение некоторого периода времени [17].

Программа интеллектуальной поддержки принятия решений по оптимизации параметров режимов рубок ухода [18] дает возможность осуществлять имитационное моделирование хода роста сосновых насаждений разных классов

**Авторские программные продукты в области моделирования лесозаготовок
(данные о коммерческом применении отсутствуют)**

**Author's logging simulation software
(no data on commercial application available)**

Программный продукт	Режим работы	Уровень
Программа для расчета производительности трелевочного трактора (v1.0) [21]	Локальная /Web	Предприятие
Программа прогнозирования статистического распределения объемов и масс трелеваемых пачек деревьев [22]	Локальная	«—»
Расчет схемы волоков на лесосеке с учетом минимизации отрицательного воздействия трелевочной техники на грунты [23]	«—»	«—»
Информационно-аналитическая система «Составление схемы путей первичного транспорта леса на лесосеке с учетом минимизации расходов на топливо» [24]	«—»	«—»
Система поддержки принятия решений при заготовке и транспортировке древесины «Лес-Оптима 2014» [25]	Локальная/Web	«—»
Программа технико-экономического исследования эффективности освоения лесосырьевых участков автомобильным транспортом [26]	Локальная	Регион / Предприятие
Программа расчета режимов работы лесосечных машин [31]	«—»	Предприятие

бонитета в целях отображения динамики основных таксационных показателей насаждений для дальнейшего расчета режимов их оптимального ускоренного выращивания.

Программа формирования региональной пространственной модели лесного комплекса ПолиСКАН-FS использует цифровые пространственные модели леса в жизненном цикле, в том числе в виде традиционных топографических карт, планов угодий, сформированных на основе применения технологии лазерного сканирования, автоматически формирует трехмерную пространственно-атрибутивную модель древостоя на корню, верхних и нижних складов с древесиной. В результате формируется трехмерная пространственная модель лесного хозяйства и лесного комплекса региона, включая модель древесной растительности, пространственно-атрибутивные цифровые модели местности и сведения о населенных пунктах, линейных и узловых объектах транспортно-логистической сети региона. Поэтому программа используется для управления лесохозяйственной деятельностью в масштабе региона [19].

Коммерческих решений, применяющихся для моделирования лесохозяйственной деятельности и управления лесным хозяйством в масштабах региона или страны, нет.

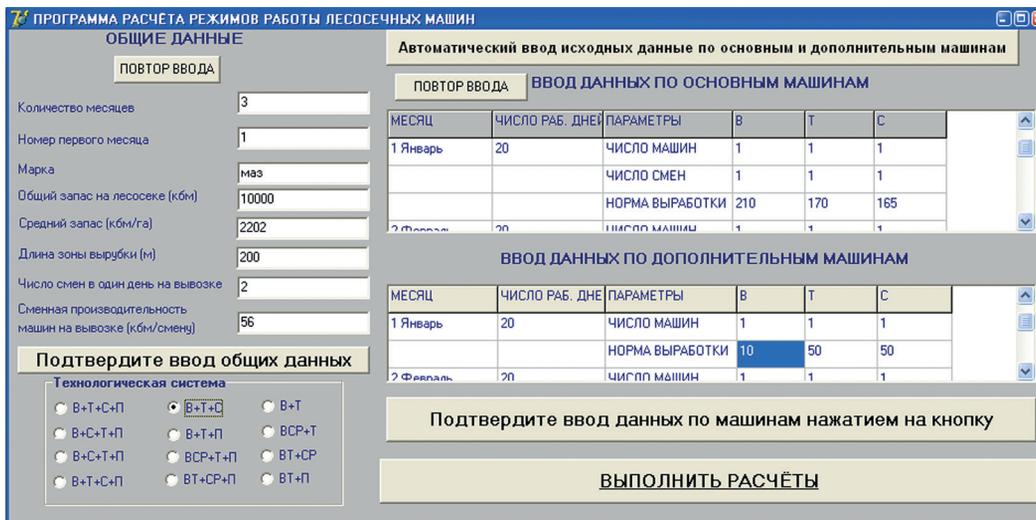
Авторские продукты разработаны также и в области лесозаготовок (табл. 3). В частности, в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова» (СПбГЛТУ) используется «Программа для расчета производительности трелевочного трактора (v1.0)». С ее помощью осуществляется расчет производительности машин, осуществляющих первичную транспортировку древесины в пределах лесосеки с учетом почвенно-грунто-

вых условий, различного количества вспомогательных рабочих, среднего объема хлыста, способа трелевки / транспортировки и других природно-производственных условий [20, 21].

В ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» (ПетрГУ) разработана «Программа прогнозирования статистического распределения объемов и масс трелеваемых пачек деревьев» [22], позволяющая проведение машинного эксперимента с целью определения объемов и масс пачек деревьев для трелевочных машин, а также спроектирована система, выполняющая расчет схемы волоков с учетом минимизации отрицательного воздействия на грунты трелевочной техники [23]. Кроме того, в ПетрГУ собрана информационно-аналитическая система «Составление схемы путей первичного транспорта леса на лесосеке с учетом минимизации расходов на топливо» [24], которая предусмотрена для обеспечения энергоэффективности деятельности крупных и средних лесозаготовительных предприятий вследствие уменьшения затрат на горюче-смазочные материалы (ГСМ).

В ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва» разработана система поддержки принятия решений при заготовке и транспортировке древесины «Лес-Оптима 2014» [25] для обеспечения системной поддержки принятия решений для прогноза и анализа заготовки и транспортировки древесины на уровне лесозаготовительной компании, что частично перекликается с программным комплексом компаний Ponse [26], John Deere [27], Kamatsu [28].

В сфере транспортной логистики функционирует «Программа технико-экономического исследования эффективности освоения лесосырьевых



ДАННЫЕ ПО ОСНОВНЫМ МАШИНАМ

МЕСЯЦ	ЧИСЛО РАБ. ДНЕЙ	ПАРАМЕТРЫ	В	Т	С
		МАРКА МАШИНЫ	ЛП-19	ЛТ-157	ЛП-30Б
1 Январь	20	ЧИСЛО МАШИН	1	1	1
		ЧИСЛО СМЕН	1	1	1
		НОРМА ВЫРАБОТКИ	210	170	165
2 Февраль	20	ЧИСЛО МАШИН	1	1	1
		ЧИСЛО СМЕН	1	1	1
		НОРМА ВЫРАБОТКИ	180	170	210
3 Март	20	ЧИСЛО МАШИН	1	1	1
		ЧИСЛО СМЕН	1	1	1
		НОРМА ВЫРАБОТКИ	165	180	170

ДАННЫЕ ПО ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ МАШИНАМ

МЕСЯЦ	ЧИСЛО РАБ. ДНЕЙ	ПАРАМЕТРЫ	В	Т	С
		МАРКА МАШИНЫ	Урал	ТТ-4	Тайга
1 Январь	20	ЧИСЛО МАШИН	1	1	1
		НОРМА ВЫРАБОТКИ	10	50	50
2 Февраль	20	ЧИСЛО МАШИН	1	1	1
		НОРМА ВЫРАБОТКИ	40	50	10
3 Март	20	ЧИСЛО МАШИН	1	1	1
		НОРМА ВЫРАБОТКИ	50	40	50

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ

РАЗМЕРЫ ЗАПАСОВ МЕЖДУ ОПЕРАЦИЯМИ

МЕСЯЦ	ЧИСЛО РАБ. ДНЕЙ	ВИД ЗАПАСА	В-Т	Т-С
1 Январь	0	СТРАХОВОЙ	2202.00	0.00
		ГАРАНТИЙНЫЙ	2118.11	0.00
2 Февраль	20	ВИД ЗАПАСА		

Рис. 2. Скриншот интерфейса программы и результата расчета режимов работы лесосечных машин

Fig. 2. Screenshot of the software interface and the calculation result of the harvesting machines

участков автомобильным транспортом» [29], позволяющая проведение технико-экономического исследования эффективности освоения лесосырьевых участков и альтернативных вариантов развития лесной инфраструктуры с помощью автомобильного транспорта.

Программа, позволяющая вести учет режимов работы машин на лесосеке (рис. 2) дает возможность выполнить расчет объемов и темпов создания, пополнения и потребления межоперационных запасов [30]. Она позволяет автоматизировать расчет режимов работы используемых комплек-

Т а б л и ц а 4

Авторские базы данных в области лесозаготовок в локальном режиме работы MS Excel

Author's logging databases in MS Excel local mode of operation

Наименование БД	Уровень	Производитель лесных машин
Результаты определения затрат на проведение рубок ухода за лесом для системы машин холдинга ОАО «АМКОДОР» (харвестер Амкодор 2541, форвардер Амкодор 2631) в зависимости от различных природно-производственных условий [33]	Предприятие	Амкодор
Результаты определения затрат на проведение рубок ухода за лесом для системы машин шведской компании Vimek AB (харвестер Vimek 404T6, форвардер Vimek 610.2) в зависимости от различных природно-производственных условий [34]	«←→»	Vimek
Результаты определения затрат на проведение рубок ухода за лесом для системы машин компании John Deere (харвестер John Deere 1170G, форвардер John Deere 1110G) в зависимости от различных природно-производственных условий [35]	«←→»	John Deere
Валочные головки для рубок ухода за лесом, заготовки энергетической древесины, рубок спелых и перестойных насаждений [36]	Предприятие / вуз	Разные
Харвестерные головки для рубок ухода за лесом, заготовки энергетической древесины, рубок спелых и перестойных насаждений [37]	«←→»	Разные



Рис. 3. Классификация программного обеспечения в лесном хозяйстве и лесозаготовках
Fig. 3. Classification of forestry and harvesting software

тов машин для конкретных производственных условий, что позволяет снизить продолжительность работ на лесосеке на 30 %, уменьшить удельные капитальные вложения на 15...20 руб./м³, а эксплуатационные затраты и отрицательное воздействие на лесные экосистемы — на 12...20 %.

Основные сведения о программных продуктах в области моделирования лесозаготовок приведены в табл. 4.

Развитие интернет-ресурсов не могло не затронуть лесной комплекс. Именно в сети Интернет размещаются тематические лесные сайты и порталы. Кроме того, авторскими коллективами разработаны специализированные БД, зарегистрированные в Роспатенте (см. табл. 4). Например, Ю.Ю. Герасимов и В.С. Сюнев [32] создали БД по харвестерам, форвардерам, манипуляторам, с помощью которых можно найти информацию об основных характеристиках машин, причем эти данные служат входными

параметрами при имитационном моделировании работы таких машин.

Результаты и обсуждение

В ходе обзора программных продуктов выявлено, что их разработка и использование сопровождаются написанием специальных программных продуктов или применением имеющегося программного обеспечения (рис. 3).

В целях обеспечения эффективного управления лесами и совершенствования лесной промышленности Правительство РФ разработало Стратегию развития лесного комплекса до 2030 года, в рамках которой с 2025 года все лесопользователи и участники рынка древесины будут обязаны использовать новый электронный ресурс — Федеральную государственную систему лесного комплекса [38], поэтому важным является широкое применение перечисленных программных продуктов в лесном хозяйстве

и при лесозаготовках. Однако, они не охватывают данный рассматриваемый процесс комплексно, зачастую между программными продуктами нет интеграции, что снижает их эффективность. Для решения данной проблемы необходимо организовать интеграцию всей информации в систему управления предприятием класса ERP.

Выводы

Информационные системы для лесозаготовок направлены на расчет входных/выходных параметров процесса или на расчет параметров производства в целом, при этом определение характеристик самого процесса лесозаготовок, его моделирование не осуществляется. В них проводится учет сырья после выполнения всего лесозаготовительного процесса или отдельной операции, но не учитываются технологии выполнения операций, характеристики машин, квалификация специалистов [39].

Рассмотренные продукты полезны для решения какой-либо одной из задач процесса заготовки леса, а не всего комплекса, что снижает их ценность, особенно в условиях цифровизации экономики.

Список литературы

- [1] Starr H. Pioneer in the Study of Conflict Processes and International Relations Opportunity // Willingness and Geographic Information Systems: Reconceptualizing Borders in International Relations, 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-78907-7_7
- [2] Fan G., Chen F., Li Y., Liu B., Fan X. Development and Testing of a New Ground Measurement Tool to Assist in Forest GIS Surveys // Forests, 2019, v. 10, p. 643. DOI: 10.3390/f10080643
- [3] Evdokimova S., Dragina D. Information support forest management planning in the forest GIS // Modeling of systems and processes, 2015, v. 8, pp. 11–14. DOI: 10.12737/12013
- [4] ООО «ЛесИС» — ГИС TOPOLOG-L для лесного хозяйства, лесоустройства и арендаторов лесного фонда. URL: <http://www.lesis.ru/index.htm> (дата обращения 15.12.2022).
- [5] AISPOL. Автоматизированная информационная система для лесоустройства и ведения лесного реестра. URL: <https://marlesproekt.ru/>
- [6] Геоинформационный портал ГИС-Ассоциации – ЛУГИС. URL: <http://www.gisa.ru> (дата обращения 15.12.2022).
- [7] ГИС Аксиома. URL: <https://axioma-gis.ru/product/axioma> (дата обращения 15.12.2022).
- [8] Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2016614626 Российская Федерация. Автоматизированная географическая информационная система «Аксиома» («Аксиома. ГИС») / Л.Г. Борисова, А.А. Гришин, А.В. Корзун, А.В. Семенов; заявитель и правообладатель Общество с ограниченной ответственностью «ЭСТИ». № 2016610973; заявл. 09.02.2016; опубл. 20.05.2016. 1 с.
- [9] ForestDB — гибкая и мощная система обработки лесоустроительной информации. URL: <http://forestdb.ru/index.php/ru/> (дата обращения 15.12.2022).
- [10] ООО Научно-Технический Центр «БОНИТЕТ». URL: <https://www.bonitet-ntc.com/gis> (дата обращения 15.12.2022).
- [11] NextGIS Лес — специализированное решение для лесной отрасли. URL: <https://nextgis.ru/blog/nextgis-les-release/> (дата обращения 15.12.2022).
- [12] Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2021611924 Российская Федерация. NextGIS Лес / А.А. Дорошков; заявитель и правообладатель Общество с ограниченной ответственностью «НекстГИС». № 20206666129; заявл. 08.12.2020; опубл. 08.02.2021. 1 с.
- [13] Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2019663143 Российская Федерация. Программный комплекс «Лесовод» / М.Д. Березкин, А.С. Рыбкин, В.Б. Серебряков, П.А. Тищенко, О.В. Кушнырь; заявитель и правообладатель Акционерное общество «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» (АО «Российские космические системы»). № 2019662098; заявл. 01.10.2019; опубл. 10.10.2019. 1 с.
- [14] Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2015619282 Российская Федерация. Региональная информационно-аналитическая система для лесного комплекса «Forest Book» / В.Н. Мишкинис, Г.В. Краснова, А.И. Мишкинис, А.И. Мишкинис, И.А. Мишкинис; заявитель и правообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Леспроект». № 2015616081; заявл. 06.07.2015; опубл. 20.09.2015. 1 с.
- [15] Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2020612490 Российская Федерация. Автоматизированная обработка лесоустроительной информации AISPOL / Д.В. Черных, Л.В. Черных, В.Л. Черных; заявитель и правообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Марлеспроект». № 20196667371; заявл. 19.12.2019; опубл. 25.02.2020. 1 с.
- [16] Геоинформационные системы (ГИС) для лесного хозяйства. URL: <https://www.bonitet-ntc.com/gis> (дата обращения 15.12.2022).
- [17] Черных В.Л., Сысуев В.В. Информационные технологии в лесном хозяйстве. Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 2000. 378 с.
- [18] Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2021663650 Российская Федерация. Программа «ПолиСКАН-FS» формирования пространственной модели лесного хозяйства и лесного комплекса региона (макрорегиона) / И.Ю. Жуков, С.Л. Козлов, А.В. Рогачев, А.С. Русланов; заявитель и правообладатель А.С. Русланов. № 2021662697; заявл. 10.08.2021; опубл. 19.08.2021. 1 с.
- [19] Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2014616188 Российская Федерация. Программа информационной технологии интеллектуальной поддержки принятия решений по оптимизации параметров режимов рубок ухода за лесом / В.С. Петровский, В.В. Малышев, Ю.В. Мурзинов; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежская государственная лесотехническая академия». № 2014613706; заявл. 22.04.2014; опубл. 20.07.2014. 1 с.

- [20] Юдина Н.Ю. Разработка подсистемы автоматизации проектирования процессов технологической подготовки проведения лесосечных работ: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.12. Воронеж, 2005. 109 с.
- [21] Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2019660449 Российская Федерация. Программа для расчета производительности трелевочного трактора (v1.0) / Е.Г. Хитров, А.В. Андронов; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова». № 2019618557; заявл. 12.07.2019; опублик. 06.08.2019. 1 с.
- [22] Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2018618978 Российская Федерация. Программа прогнозирования статистического распределения объемов и масс трелюемых пачек деревьев / П.В. Будник, В.Н. Баклагин, И.А. Хюнинен; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петрозаводский государственный университет». № 2018615569; заявл. 30.05.2018; опублик. 24.07.2018. 1 с.
- [23] Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2013614304 Российская Федерация. Информационно-аналитическая система «Расчет схемы волоков на лесосеке с учетом минимизации отрицательного воздействия трелюющей техники на грунты» / А.М. Воронова, Л.В. Щеголева; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Петрозаводский государственный университет». № 2013612034; заявл. 12.03.2013; опублик. 20.06.2013. 1 с.
- [24] Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2013614105 Российская Федерация. Информационно-аналитическая система «Составление схемы путей первичного транспорта леса на лесосеке с учетом минимизации расходов на топливо» / А.М. Воронова, Р.В. Воронов; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Петрозаводский государственный университет». № 2013612037; заявл. 12.03.2013; опублик. 20.06.2013. 1 с.
- [25] Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2015612997 Российская Федерация. «Система поддержки принятия решений при заготовке и транспортировке древесины «Лес-Оптима 2014» / В.В. Дрягин, А.П. Мохирев, О.В. Шеверев; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный технологический университет». № 2015610090; заявл. 12.01.2015; опублик. 20.03.2015. 1 с.
- [26] Информационные системы. URL: https://www.ponsse.com/ru/produkcija/informacionnye-sistemy-opti/produkt/-p/wood_procurement#/ (дата обращения 10.03.2022).
- [27] 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).
- [28] Системы управления Komatsu. URL: <https://www.komatsuforest.ru/машины/система-управления> (дата обращения: 10.01.2022).
- [29] Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2013612406 Российская Федерация. «Программа технико-экономического исследования эффективности освоения лесосырьевых участков автомобильным транспортом» / В.В. Кашуба, В.С. Суханов, А.Б. Левин, И.С. Новоселов; заявитель и правообладатель В.В. Кашуба, В.С. Суханов, А.Б. Левин, И.С. Новоселов. № 2012661623; заявл. 27.12.2012; опублик. 26.02.2013. 1 с.
- [30] Заикин А.Н., Изюмова Е.Г. Теоретические основы технологии лесозаготовительных производств. Брянск: Изд-во БГИТА, 2010. 170 с.
- [31] Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2012613073 Российская Федерация. Определение оптимальной последовательности перемещения дополнительных машин / А.Н. Заикин, А.Д. Каштенков, Е.Г. Рыжикова; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянская государственная инженерно-технологическая академия». № 2012610800; заявл. 09.02.2012; опублик. 29.03.2012. 1 с.
- [32] Герасимов Ю.Ю., Сибиряков К.Н. Расчет эксплуатационных затрат лесосечных машин. НИИЛ Финляндии. Йозенуу, 2009. 46 с.
- [33] Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2020621714 Российская Федерация. «Результаты определения затрат на проведение рубок ухода за лесом для системы машин холдинга «АМКОДОР» (харвестер Амкодор 2541, форвардер Амкодор 2631) в зависимости от различных природно-производственных условий» / И.В. Казаков, Н.Н. Булыгина; заявитель и правообладатель Федеральное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (ФБУ ВНИИЛМ). № 2020621579; заявл. 08.09.2020; опублик. 18.09.2020. 1 с.
- [34] Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2020622703 Российская Федерация. «Результаты определения затрат на проведение рубок ухода за лесом для системы машин шведской компании Vimek АВ (харвестер Vimek 404Т6, форвардер Vimek 610.2) в зависимости от различных природно-производственных условий» / И.В. Казаков, Н.Н. Булыгина; заявитель и правообладатель Федеральное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (ФБУ ВНИИЛМ). № 2020622084; заявл. 29.10.2020; опублик. 21.12.2020. 1 с.
- [35] Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2020622702 Российская Федерация. «Результаты определения затрат на проведение рубок ухода за лесом для системы машин компании John Deere (харвестер John Deere 1170G, форвардер John Deere 1110G) в зависимости от различных природно-производственных условий» / И.В. Казаков, Н.Н. Булыгина; заявитель и правообладатель Федеральное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (ФБУ ВНИИЛМ). № 22020622083; заявл. 29.10.2020; опублик. 21.12.2020. 1 с.
- [36] Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2020622201 Российская Федерация. «Валочные головки для рубок ухода за лесом, заготовки энергетической древесины, рубок спелых и перестойных насаждений» / И.В. Григорьев, М.Ф. Григорьев,

- О.А. Куницкая, А.Б. Давтян, О.И. Григорьева, А.И. Григорьева; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Якутская государственная сельскохозяйственная академия». № 2020622091; заявл. 30.10.2020; опубл. 09.11.2020. 1 с.
- [37] Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2020622610 Российская Федерация. «Харвестерные головки для рубок ухода за лесом, заготовки энергетической древесины, рубок спелых и перестойных насаждений» / И.В. Григорьев, М.Ф. Григорьев, О.А. Куницкая, А.Б. Давтян, О.И. Григорьева, А.И. Григорьева; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Арктический государственный агротехнологический университет». № 2020622531; заявл. 07.12.2020; опубл. 11.12.2020. 1 с.
- [38] ФГИС ЛК — Все о цифровизации лесной отрасли. URL: <https://egaislesuchet.ru/fgis-lk/> (дата обращения 15.12.2022).
- [39] Заикин А.Н., Сиваков В.В., Зеликов В.А., Стасюк В.В., Чуйков А.С., Зеликова Н.В. Программное обеспечение для управления лесохозяйственными и лесозаготовительными процессами: оценка применимости // Лесотехнический журнал, 2022. Т. 12. № 1 (45). С. 96–109.

Сведения об авторах

Заикин Анатолий Николаевич✉ — д-р. тех. наук, профессор кафедры «Транспортно-технологические машины и сервис» ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», zaikin.anatolij@yandex.ru

Сиваков Владимир Викторович — канд. техн. наук, доцент кафедры «Транспортно-технологические машины и сервис» ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», sv@bgitu.ru

Никитин Владимир Валентинович — д-р техн. наук, доцент кафедры «Технология и оборудование лесопромышленного производства» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана» (Мытищинский филиал), nikitinvv@bmstu.ru

Брионес Анна Алексеевна — магистрант кафедры «Технология и оборудование лесопромышленного производства» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана» (Мытищинский филиал), abriones@inbox.ru.

Поступила в редакцию 19.12.2022.

Одобрено после рецензирования 27.12.2022.

Принята к публикации 14.06.2023.

SOFTWARE IN FORESTRY AND LOGGING

A.N. Zaikin¹✉, V.V. Sivakov¹, V.V. Nikitin², A.A. Briones²

¹Bryansk State University of Engineering and Technology, 3, Stanke Dimitrova av., 241037, Bryansk, Russia

²BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institut'skaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

zaikin.anatolij@yandex.ru

The paper considers the impact of informatization on improving the efficiency of forestry enterprises. It is established that the enterprises of forestry complex use information technology based on modern standards of enterprise management. It has been determined that forestry enterprises are diverse, which does not allow to create a simple and effective solution for all types of activity. Forestry is the most computerized in terms of resource accounting with a wide implementation of geoinformation technology, which applies quite a lot of both proprietary and commercial software products, much attention is paid to filling electronic databases with cartographic and taxation information about forestry fund. The research of this class of programs showed that they can operate both in local and networked modes, including the use of the Internet. It was found that there is less developed area related to forest management modeling for enhancement of forest stand growth, commercial software products are absent, but there are author's developments. It has been revealed that in the area of logging there is software used by the leading manufacturers of logging equipment (Jonh Deere, Komatsu, Ponsse) and a number of author's non-commercial solutions. It has been determined that there are a sufficiently large number of information sites as well as author's databases containing information on particular areas in the field of logging information supply. Our research has shown that the software used in the Russian Federation does not provide complex informatization of forestry and logging enterprises, which reduces their efficiency.

Keywords: software, forest complex, forestry operations, forest harvesting operations, GIS

Suggested citation: Zaikin A.N., Sivakov V.V., Nikitin V.V., Briones A.A. *Programmnoe obespechenie v lesnom khozyaystve i pri lesozagotovkakh* [Software in forestry and logging]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2023, vol. 27, no. 4, pp. 172–184. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-4-172-184

References

- [1] Starr H. Pioneer in the Study of Conflict Processes and International Relations Opportunity. Willingness and Geographic Information Systems: Reconceptualizing Borders in International Relations, 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-78907-7_7
- [2] Fan G., Chen F., Li Y., Liu B., Fan X. Development and Testing of a New Ground Measurement Tool to Assist in Forest GIS Surveys. *Forests*, 2019, v. 10, p. 643. DOI: 10.3390/f10080643
- [3] Evdokimova S., Dragina D. Information support forest management planning in the forest GIS. Modeling of systems and processes, 2015, v. 8, pp. 11–14. DOI: 10.12737/12013
- [4] ООО «LesIS» — GIS TOPOL-L dlya lesnogo khozyaystva, lesoustroystva i arendatorov lesnogo fonda [LLC «LesIS» — GIS TOPOL-L for forestry, forest management and tenants of the forest fund]. Available at: <http://www.lesis.ru/index.htm> (accessed 15.12.2022).
- [5] AISPOL. Avtomatizirovannaya informatsionnaya sistema dlya lesoustroystva i vedeniya lesnogo reestra [AISPOL. Automated information system for forest inventory and forest registry maintenance]. Available at: <https://marlesproekt.ru/> (accessed 15.12.2022).
- [6] Geoinformatsionnyy portal GIS-Assotsiatsii — LUGIS [Geoinformation portal of the GIS-Association — LUGIS]. Available at: <http://www.gisa.ru> (accessed 15.12.2022).
- [7] GIS Aksioma [GIS Axiom]. Available at: <https://axioma-gis.ru/product/axioma> (accessed 15.12.2022).
- [8] Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM 2016614626 Rossiyskaya Federatsiya. Avtomatizirovannaya geograficheskaya informatsionnaya sistema «Aksioma» («Aksioma. GIS») / L.G. Borisova, A.A. Grishin, A.V. Korzun, A.V. Semenov; zayavitel' i pravoobladatel' Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «ESTI» [Certificate of state registration of the computer program 2016614626 Russian Federation. Automated geographic information system «Axioma» («Axioma. GIS») / L.G. Borisova, A.A. Grishin, A.V. Korzun, A.V. Semenov; applicant and copyright holder ESTI Limited Liability Company], no. 2016610973; dec. 09.02.2016; publ. 20.05.2016, 1 p.
- [9] ForestDB — gibkaya i moshchnaya sistema obrabotki lesoustroitel'noy informatsii [ForestDB is a flexible and powerful system for processing forest management information]. Available at: <http://forestdb.ru/index.php/ru/> (accessed 15.12.2022).
- [10] ООО Научно-Технический Центр «BONITET» [LLC Scientific and Technical Center «BONITET»]. Available at: <https://www.bonitet-ntc.com/gis> (accessed 15.12.2022).
- [11] NextGIS Les — spetsializirovannoe reshenie dlya lesnoy otrasli [NextGIS Forest is a specialized solution for the forest industry]. Available at: <https://nextgis.ru/blog/nextgis-les-release/> (accessed 15.12.2022).
- [12] Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM 2021611924 Rossiyskaya Federatsiya. NextGIS Les [Certificate of state registration of the computer program 2021611924 Russian Federation. NextGIS Les / A.A. Doroshkov; applicant and copyright holder Limited Liability Company «NextGIS»], no. 2020666129; dec. 08.12.2020; publ. 08.02.2021, 1 p.
- [13] Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM 2019663143 Rossiyskaya Federatsiya. Programmnyy kompleks «Lesovod» / M.D. Berezkin, A.S. Rybkin, V.B. Serebryakov, P.A. Tishchenko, O.V. Kushnyr'; zayavitel' i pravoobladatel' Aktsionernoe obshchestvo «Rossiyskaya korporatsiya raketno-kosmicheskogo priborostroeniya i informatsionnykh sistem» (AO «Rossiyskie kosmicheskie sistemy») [Certificate of state registration of the computer program 2019663143 Russian Federation. Software complex «Forester» / M.D. Berezkin, A.S. Rybkin, V.B. Serebryakov, P.A. Tishchenko, O.V. Kushnyr; applicant and copyright holder Joint Stock Company «Russian Corporation of Rocket and Space Instrumentation and Information Systems» (JSC «Russian Space Systems»)], no. 2019662098; dec. 01.10.2019; publ. 10.10.2019, 1 p.

- [14] *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM 2015619282 Rossiyskaya Federatsiya. Regional'naya informatsionno-analiticheskaya sistema dlya lesnogo kompleksa «Forest Book» / V.N. Mishkinis, G.V. Krasnova, A.I. Mishkinis, A.I. Mishkinis, I.A. Mishkinis; zayavitel' i pravoobladatel' Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Lesproekt»* [Certificate of state registration of the computer program 2015619282 Russian Federation. Regional information and analytical system for the forestry complex «Forest Book» / V.N. Mishkinis, G.V. Krasnova, A.I. Mishkinis, A.I. Mishkinis, I.A. Mishkinis; applicant and copyright holder Lesproekt Limited Liability Company], no. 2015616081; dec. 06.07.2015; publ. 20.09.2015, 1 p.
- [15] *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM 2020612490 Rossiyskaya Federatsiya. Avtomatizirovannaya obrabotka lesoustroitel'noy informatsii AISPOL / D.V. Chernykh, L.V. Chernykh, V.L. Chernykh; zayavitel' i pravoobladatel' Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Marlesproekt»* [Certificate of state registration of the computer program 2020612490 Russian Federation. Automated processing of forest management information AISPOL / D.V. Chernykh, L.V. Chernykh, V.L. Chernykh; applicant and copyright holder Marlesproekt Limited Liability Company], no. 2019667371; dec. 19.12.2019; publ. 25.02.2020, 1 p.
- [16] *Geoinformatsionnye sistemy (GIS) dlya lesnogo khozyaystva* [Geographic information systems (GIS) for forestry]. Available at: <https://www.bonitet-ntc.com/gis> (accessed 15.12.2022).
- [17] Chernykh V.L., Sysuev V.V. *Informatsionnye tekhnologii v lesnom khozyaystve* [Information technologies in forestry]. Yoshkar-Ola: MarGTU, 2000, 378 p.
- [18] *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM 2021663650 Rossiyskaya Federatsiya. Programma «PoliSKAN-FS» formirovaniya prostranstvennoy modeli lesnogo khozyaystva i lesnogo kompleksa regiona (makroregiona) / I.Yu. Zhukov, S.L. Kozlov, A.V. Rogachev, A.S. Ruslanov; zayavitel' i pravoobladatel' A.S. Ruslanov* [Certificate of state registration of the computer program 2021663650 Russian Federation. The program «PolySCAN-FS» for the formation of a spatial model of forestry and the forest complex of the region (macroregion) / I.Yu. Zhukov, S.L. Kozlov, A.V. Rogachev, A.S. Ruslanov; applicant and copyright holder A.S. Ruslanov], no. 2021662697; dec. 10.08.2021; publ. 19.08.2021, 1 p.
- [19] *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM 2014616188 Rossiyskaya Federatsiya. Programma informatsionnoy tekhnologii intellektual'noy podderzhki prinyatiya resheniy po optimizatsii parametrov rezhimov rubok ukhoda za lesom / V.S. Petrovskiy, V.V. Malyshev, Yu.V. Murzinov; zayavitel' i pravoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Voronezhskaya gosudarstvennaya lesotekhnicheskaya akademiya»* [Certificate of state registration of the computer program 2014616188 Russian Federation. The program of information technology for intelligent decision support for optimizing the parameters of forest care felling regimes / V.S. Petrovskiy, V.V. Malyshev, Yu.V. Murzinov; applicant and copyright holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Forest Engineering Academy»], no. 2014613706; dec. 22.04.2014; publ. 20.07.2014, 1 p.
- [20] Yudina N.Yu. *Razrabotka podsistemy avtomatizatsii proektirovaniya protsessov tekhnologicheskoy podgotovki provedeniya lesosechnykh rabot* [Development of a subsystem for automation of designing processes for technological preparation of logging operations]. Dis. Cand. Sci. (Tech.) 05.13.12. Voronezh, 2005, 109 p.
- [21] *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM 2019660449 Rossiyskaya Federatsiya. Programma dlya rascheta proizvoditel'nosti treveochnogo traktora (v1.0) / E.G. Khitrov, A.V. Andronov; zayavitel' i pravoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy lesotekhnicheskiy universitet imeni S.M. Kirova»* [Certificate of state registration of the computer program 2019660449 Russian Federation. The program for calculating the productivity of a skidder (v1.0) / E.G. Khitrov, A.V. Andronov; applicant and copyright holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «St. Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov»], no. 2019618557; dec. 07/12/2019; publ. 06.08.2019, 1 p.
- [22] *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM 2018618978 Rossiyskaya Federatsiya. Programma prognozirovaniya statisticheskogo raspredeleniya ob'emov i mass trelyuemykh pachek derev'ev / P.V. Budnik, V.N. Baklagin, I.A. Khyunninen; zayavitel' i pravoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Petrozavodskiy gosudarstvennyy universitet»* [Certificate of state registration of the computer program 2018618978 Russian Federation. Budnik P.V., Baklagin V.N., Khyunninen I.A. Program for forecasting the statistical distribution of volumes and masses of skidding tree bundles; applicant and copyright holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Petrozavodsk State University»], no. 2018615569; dec. 30.05.2018; publ. 24.07.2018, 1 p.
- [23] *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM 2013614304 Rossiyskaya Federatsiya. Informatsionno-analiticheskaya sistema «Raschet skhemy volokov na lesoseke s uchetom minimizatsii otritsatel'nogo vozdeystviya trelyuyushchey tekhniki na grunty» / A.M. Voronova, L.V. Shchegoleva; zayavitel' i pravoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya «Petrozavodskiy gosudarstvennyy universitet»* [Certificate of state registration of the computer program 2013614304 Russian Federation. Information-analytical system «Calculation of the scheme of portages in the cutting area, taking into account the minimization of the negative impact of skidding equipment on soils» / A.M. Voronova, L.V. Shchegolev; applicant and copyright holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Petrozavodsk State University»], no. 2013612034; dec. 12.03.2013; publ. 20.06.2013, 1 p.
- [24] *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM 2013614105 Rossiyskaya Federatsiya. Informatsionno-analiticheskaya sistema «Sostavlenie skhemy putey pervichnogo transporta lesa na lesoseke s uchetom minimizatsii raskhodov na toplivo» / A.M. Voronova, R.V. Voronov; zayavitel' i pravoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya «Petrozavodskiy gosudarstvennyy universitet»* [Certificate of state registration of the computer program 2013614105 Russian Federation. Information-analytical system «Compilation of the scheme of ways of primary forest transport in the cutting area, taking into account the minimization of

- fuel costs» / A.M. Voronova, R.V. Voronov; applicant and copyright holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Petrozavodsk State University», no. 2013612037; dec. 12.03.2013; publ. 20.06.2013, 1 p.
- [25] *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM 2015612997 Rossiyskaya Federatsiya. «Sistema podderzhki primyatiya resheniy pri zagotovke i transportirovke drevesiny «Les-Optima 2014» / V.V. Dryagin, A.P. Mokhitev, O.V. Sheverev; zayavitel' i pravoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya «Sibirskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskyy universitet»* [Certificate of state registration of the computer program 2015612997 Russian Federation. «Decision support system for timber harvesting and transportation «Les-Optima 2014» / V.V. Dryagin, A.P. Mokhitev, O.V. Sheverev; applicant and copyright holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Siberian State Technological University», no. 2015610090; dec. 12.01.2015; publ. 20.03.2015, 1 p.
- [26] *Informatsionnye sistemy* [Information systems]. Available at: https://www.ponsse.com/ru/produkcija/informacionnye-sistemy-opti/produkt-/p/wood_procurement#/ (accessed 10.03.2022).
- [27] *Resheniya dlya effektivnoy lesozagotovki* [Solutions for efficient logging]. Available at: <https://www.deere.ru/ru/our-company/press-center/press-releases/2020/01-2020-solutions-for-efficient-harvesting.html> (accessed 10.01.2022).
- [28] *Sistemy upravleniya Komatsu* [Komatsu control systems]. Available at: <https://www.komatsuforest.ru/machines/control-system> (accessed 10.01.2022).
- [29] *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM 2013612406 Rossiyskaya Federatsiya. «Programma tekhniko-ekonomicheskogo issledovaniya effektivnosti osvoeniya lesosyr'evykh uchastkov avtomobil'nyim transportom» / V.V. Kashuba, V.S. Sukhanov, A.B. Levin, I.S. Novoselov; zayavitel' i pravoobladatel' V.V. Kashuba, V.S. Sukhanov, A.B. Levin, I.S. Novoselov* [Certificate of state registration of the computer program 2013612406 Russian Federation. «Program of feasibility study of the effectiveness of the development of forest raw materials by road transport» / V.V. Kashuba, V.S. Sukhanov, A.B. Levin, I.S. Novoselov; applicant and copyright holder V.V. Kashuba, V.S. Sukhanov, A.B. Levin, I.S. Novoselov], no. 2012661623; dec. 12/27/2012; publ. 26.02.2013, 1 p.
- [30] Zaikin A.N., Izumova E.G. *Teoreticheskie osnovy tekhnologii lesozagotovitel'nykh proizvodstv* [Theoretical foundations of logging production technology]. Bryansk: BGITA, 2010, 170 p.
- [31] *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM 2012613073 Rossiyskaya Federatsiya. Opredelenie optimal'noy posledovatel'nosti peremeshcheniya dopolnitel'nykh mashin / A.N. Zaikin, A.D. Kashtenkov, E.G. Ryzhikova; zayavitel' i pravoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Bryanskaya gosudarstvennaya inzhenerno-tekhnologicheskaya akademiya»* [Certificate of state registration of the computer program 2012613073 Russian Federation. Determination of the optimal sequence of movement of additional machines / A.N. Zaikin, A.D. Kashtenkov, E.G. Ryzhikova; applicant and copyright holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bryansk State Engineering and Technology Academy», no. 2012610800; dec. 09.02.2012; publ. 29.03.2012, 1 p.
- [32] Gerasimov Yu.Yu., Sibiryakov K.N. *Raschet ekspluatatsionnykh zatrat lesosechnykh mashin* [Gerasimov Yu.Yu., Sibiryakov K.N. Calculation of operating costs of logging machines]. NIIL Finland Joensuu, 2009, 46 p.
- [33] *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh 2020621714 Rossiyskaya Federatsiya. «Rezul'taty opredeleniya zatrat na provedenie rubok ukhoda za lesom dlya sistemy mashin kholdinga «AMKODOR» (kharvester Amkodor 2541, forvarder Amkodor 2631) v zavisimosti ot razlichnykh prirodno-proizvodstvennykh usloviy» / I.V. Kazakov, N.N. Bulygina; zayavitel' i pravoobladatel' Federal'noe byudzhethoe uchrezhdenie Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut lesovodstva i mekhanizatsii lesnogo khozyaystva (FBU VNIILM)* [Certificate of state registration of the database 2020621714 Russian Federation. «The results of determining the costs of thinning for forest care for the system of machines of the AMKODOR holding (harvester Amkodor 2541, forwarder Amkodor 2631) depending on various natural and production conditions» / I.V. Kazakov, N.N. Bulygin; applicant and copyright holder Federal budgetary institution All-Russian Scientific Research Institute of Forestry and Forestry Mechanization (FBU VNIILM)], no. 2020621579; dec. 08.09.2020; publ. 18.09.2020, 1 p.
- [34] *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh 2020622703 Rossiyskaya Federatsiya. «Rezul'taty opredeleniya zatrat na provedenie rubok ukhoda za lesom dlya sistemy mashin shvedskoy kompanii Vimek AV (kharvester Vimek 404T6, forvarder Vimek 610.2) v zavisimosti ot razlichnykh prirodno-proizvodstvennykh usloviy» / I.V. Kazakov, N.N. Bulygina; zayavitel' i pravoobladatel' Federal'noe byudzhethoe uchrezhdenie Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut lesovodstva i mekhanizatsii lesnogo khozyaystva (FBU VNIILM)* [Certificate of state registration of the database 2020622703 Russian Federation. «The results of determining the costs of thinning for forest care for the system of machines of the Swedish company Vimek AB (harvester Vimek 404T6, forwarder Vimek 610.2) depending on various natural and production conditions» / I.V. Kazakov, N.N. Bulygin; applicant and copyright holder Federal budgetary institution All-Russian Scientific Research Institute of Forestry and Forestry Mechanization (FBU VNIILM)], no. 2020622084; dec. 29.10.2020; publ. 21.12.2020, 1 p.
- [35] *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh 2020622702 Rossiyskaya Federatsiya. «Rezul'taty opredeleniya zatrat na provedenie rubok ukhoda za lesom dlya sistemy mashin kompanii John Deere (kharvester John Deere 1170G, forvarder John Deere 1110G) v zavisimosti ot razlichnykh prirodno-proizvodstvennykh usloviy» / I.V. Kazakov, N.N. Bulygina; zayavitel' i pravoobladatel' Federal'noe byudzhethoe uchrezhdenie Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut lesovodstva i mekhanizatsii lesnogo khozyaystva (FBU VNIILM)* [Certificate of state registration of the database 2020622702 Russian Federation. «The results of determining the costs of thinning for forest care for the system of John Deere machines (harvester John Deere 1170G, forwarder John Deere 1110G) depending on various natural and production conditions» / I.V. Kazakov, N.N. Bulygin; applicant and copyright holder Federal budgetary institution All-Russian Scientific Research Institute of Forestry and Forestry Mechanization (FBU VNIILM)], no. 22020622083; dec. 29.10.2020; publ. 21.12.2020, 1 p.
- [36] *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh 2020622201 Rossiyskaya Federatsiya. «Valochnye golovki dlya rubok ukhoda za lesom, zagotovki energeticheskoy drevesiny, rubok spelykh i perestoynykh nasazhdeniy» / I.V. Grigor'ev, M.F. Grigor'ev, O.A. Kunitskaya, A.B. Davtyan, O.I. Grigor'eva, A.I. Grigor'eva; zayavitel' i pravoobladatel' Federal'noe*

- gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Yakutskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya»* [Certificate of state registration of the database 2020622201 Russian Federation. «Felling heads for thinning forest care, harvesting energy wood, felling of mature and overmature plantations» / I.V. Grigoriev, M.F. Grigoriev, O.A. Kunitskaya, A.B. Davtyan, O.I. Grigorieva, A.I. Grigoriev; applicant and copyright holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Yakutsk State Agricultural Academy»], no. 2020622091; dec. 30.10.2020; publ. 09.11.2020, 1 p.
- [37] *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh 2020622610 Rossiyskaya Federatsiya. «Kharvesternye golovki dlya rubok ukhoda za lesom, zagotovki energeticheskoy drevesiny, rubok spelykh i perestoynykh nasazhdeniy»* / I.V. Grigor'ev, M.F. Grigor'ev, O.A. Kunitskaya, A.B. Davtyan, O.I. Grigor'eva, A.I. Grigor'eva; zayavitel' i pravoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Arkticheskij gosudarstvennyy agrotekhnologicheskij universitet» [Certificate of state registration of the database 2020622610 Russian Federation. «Harvester heads for thinning forests, harvesting energy wood, felling mature and overmature stands» / I.V. Grigoriev, M.F. Grigoriev, O.A. Kunitskaya, A.B. Davtyan, O.I. Grigorieva, A.I. Grigoriev; applicant and copyright holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Arctic State Agrotechnological University»], no. 2020622531; dec. 07.12.2020; publ. 11.12.2020, 1 p.
- [38] *FGIS LK — Vse o tsifrovizatsii lesnoy otrasli* [FSIS LK — All about the digitalization of the forest industry]. Available at: <https://egaislesuchet.ru/fgis-lk/> (accessed 15.12.2022).
- [39] Zaikin A.N., Sivakov V.V., Zelikov V.A., Stasyuk V.V., Chuykov A.S., Zelikova N.V. *Programmnoe obespechenie dlya upravleniya lesokhozyaystvennym i lesozagotovitel'nym protsessami: otsenka primenimosti* [Software for the management of forestry and logging processes: assessment of applicability]. *Lesotekhnicheskij zhurnal* [Forestry journal], 2022, v. 12, no. 1 (45), pp. 96–109.

Authors' information

Zaikin Anatolij Nikolaevich✉ — Dr. Sci. (Tech.), Professor, Department of Transport and Technological Machinery and Service, Bryansk State University of Engineering and Technology, zaikin.anatolij@yandex.ru,

Sivakov Vladimir Viktorovich — Cand. Sci. (Tech.), Senior Lecturer, Department of Transport and Technological Machinery and Service, Bryansk State University of Engineering and Technology, sv@bgsu.ru.

Nikitin Vladimir Valentinovich — Dr. Sci. (Tech.), Senior Lecturer, Department of Technology and Equipment of Forest Industry, Bauman Moscow State Technical University, Myititschi Branch, nikitinvv@bmstu.ru.

Briones Anna Alekseevna — student, Department of Technology and Equipment of Forest Industry, Bauman Moscow State Technical University, Myititschi Branch, abriones@inbox.ru.

Received 19.12.2022.

Approved after review 27.12.2022.

Accepted for publication 14.06.2023.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article

The authors declare that there is no conflict of interest