

Лесоинженерное дело

УДК 625.852

РАЗРАБОТКА РЕЕСТРОВОЙ МОДЕЛИ ЛЕСОТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В РАМКАХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ И ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

С.В. Ченушкина, И.Н. Кручинин, В.В. Побединский, Я.И. Абрамов

Работа посвящена основным направлениям развития лесного хозяйства, где одним из ключевых направлений является цифровая трансформация – путем совершенствования процесса учета сделок по лесу по средством информационных систем. На сегодняшний день основной системой является Единая государственная автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней (ЛесЕГАИС), но идет интенсивное проектирование и проработка функционала Федеральной государственной информационной системы лесного комплекса. Проектируемый функционал и возможности, охватывает помимо сделок, учет лесов и их расположение, геоданные и визуальные снимки. Планируется полная интеграция данных из существующих реестров, в первую очередь из ЛесЕГАИС: об участках, арендаторах и сделках. В работе предлагается совершенствование процесса учета за счет реализации дополнительного информационного реестра по направлению неучтенному в Федеральном государственном информационной системе лесного комплекса – объекты и показатели лесотранспортной сети: расположение и транспортно-эксплуатационные показатели лесных дорог. Рассмотрены основные требования к качеству лесных дорог на основе действующих нормативно-технических документов. Обоснована необходимость контроля транспортно-эксплуатационного состояния лесотранспортной сети и ее элементов. Представлена разработанная модель реестра лесотранспортной инфраструктуры с возможностью интеграции данных из ЛесЕГАИС. Создание реестра обеспечило помощь в решении проблем, связанных с транспортировкой лесоматериалов в процессе лесозаготовки, за счет оперативного доступа к информации о наличии и состоянии лесотранспортной сети. Программное решение размещено в сети Интернет в качестве модуля Электронной Информационной Образовательной Среды ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет». Результаты создания реестровой модели лесотранспортной инфраструктуры могут быть рекомендованы для использования их в практике цифровой трансформации лесного хозяйства Российской Федерации.

Ключевые слова: цифровая трансформация, лесотранспортная инфраструктура, информационный реестр, лесные дороги.

Введение

Цифровая зрелость экономики лесного хозяйства определяется степенью и уровнем развития цифровой трансформации. Цифровизация является уже не столько будущим Российской Федерации, сколько ставшим настоящим, когда укрепление и выстраивание цифровых потоков необходимо для обеспечения прозрачности экономических поставок, процессов оптимизации и совершенствования управленческих и технологических процессов. В зависимости от уровня технологического развития, различные отрасли и министерства по-разному формулируют стратегические задачи, при этом выделяя цифровизацию как ключевое направление.

Одной из приоритетных сфер экономики Российской Федерации, является лесное хозяйство, внедряющее цифровые технологии, в систему учета и мониторинга лесного комплекса, модернизацию и создание новых информационных систем, а также их взаимодействие между собой и государственными системами. Основная цель цифровой трансформацией лесной отрасли обозначенной Стратегией развития, является переход от бумажного документооборота к электронному, введение реестровых моделей, выявление дублирующих бизнес-процессов и противоречивой информации [4].

Проблема учета лесного комплекса решается за счет использования государственного лесного реестра, но устаревание и недостаточность имеющейся информации не позволяют вести эффективно лесозаготовки, лесовосстановление и пожаротушение.

Согласно стратегии развития и лесному кодексу РФ (статья 50.6) до 2025 года должна начать функционировать Федеральная государственная информационная система лесного комплекса (ФГИС ЛК), а до ее создания – Единая государственная автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней (ЛесЕГАИС). Система учитывает более 30 видов данных: о составе и границах земель лесного фонда, лесных карт, лесов, использования лесов охраны, защиты и воспроизводства лесов, а также проектах освоения лесов и сделках с древесиной [9, 11].

Разрабатываемая система будет основной по учету лесозаготовок, но в описываемом к проекту функционале отсутствуют данные о лесотранспортной инфраструктуре участков: местоположение и транспортно-эксплуатационное состояние лесных дорог, строительных объектов (лесничеств, лесосырьевых баз и др.), экологические показатели, возможности реализации пожаротушения и др., что сужает возможности использования системы для решения задач лесного хозяйства [4, 14, 17].

Таким образом, создание модели информационного реестра лесотранспортной инфраструктуры является актуальным направлением исследований, что и определило цель настоящей работы.

Целью исследований была разработка реестровой модели объектов лесотранспортной инфраструктуры с возможностью обмена данными с государственными системами лесного комплекса.

В работе рассматривались следующие задачи: 1) анализ существующих систем и возможностей проекта Федеральной государственной информационной системы лесного комплекса; 2) разработка информационной модели реестра лесотранспортной инфраструктуры с возможностью взаимодействия с Федеральной государственной информационной системой лесного комплекса.

Методы и материалы

Предложенная модель информационного реестра транспортной инфраструктуры лесного хозяйства должна учитывать концептуальную модель Федеральной государственной информационной системы лесного комплекса (ФГИС ЛК), предложенной в феврале 2022 года Федеральным агентствам лесного хозяйства (Рослесхоз) и Министерством природных ресурсов и экологии [9].

В работе [4] в качестве ключевых модулей ФГИС ЛК предусмотрены: модуль учета лесов; модуль использования лесов; модуль охраны, защиты и воспроизводства лесов; модуль лесных карт; модули приема, обработки документов учета документов; модуль внешнего и внутреннего взаимодействия и др.

Дальнейшее развитие системы построено на взаимодействии процесса авторизации с перечнем предоставляемых государственных услуг с порталом госуслуг, созданием модулей обеспечения контрольно-надзорной деятельности и дальнейшего развития функционала [7].

Наполнение реестра планируется за счет импорта данных из действующей единой государственной автоматизированной информационной системы учета древесины и сделок с ней и «бумажных» документов, более 130 млн записей о лесных территориях и их участках – лесотаксационные выделы, лесничества, территории лесного фонда с описанием границ, площади, категории земель, информации о типе леса и запасае, а также о том, кто пользуется лесом и в каких целях, включая баланс древесины, хранящейся на лесосеке [5,7].

Анализ показал, что объемы информации и задачи по функционалу обширные, поэтому создание реестра данных лесотранспортной инфраструктуре могут быть дополнительным источником информации по развитию функционала и созданию единого информационного пространства [1,15,18].

На текущий момент внедрена и широко используется система ЛесЕГАИС, представленная на рисунке 1. Каждый участник процесса должен самостоятельно зарегистрироваться в системе и оформить сделку в виде электронного сопроводительного документа. Уже с 2018 года ведется расширение ее функционала, например, ввод реестра мест складирования заготовленной древесины. В работе [5] показано, что в первом полугодии 2022 года в системе оформили 3,97 млн электронных сопроводительных документов, перевезено почти 174 млн м³ древесины, поданы декларации о 390,4 тыс. сделок.

При этом, ЛесЕГАИС выполняет основную задачу по контролю сделок, на что направлены и информационные справочники системы – лесничества, лесхозы, организации, но не отражает лесотранспортную инфраструктуру.

Лесотранспортная инфраструктура тесно переплетена с транспортом и дорогами общего пользования, что подтверждается обследованиями ГКУ СО «Управление автомобильных дорог» [6]. По их данным, для Свердловской области более 60 % грузопотоков приходится на лесовозный автотранспорт. Актуальность проектирования и реализация данного модуля подтверждается «печальными» примерами, про невозможность вывоза заготовленного материала или процесса лесовосстановления из-за низкого состояния лесотранспортной сети.

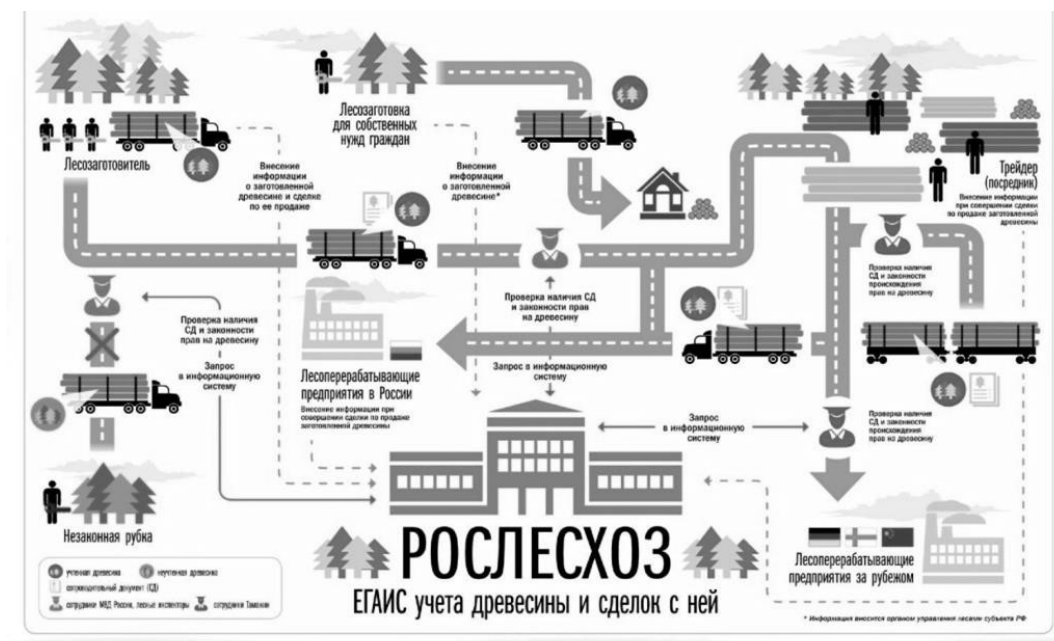


Рис. 1. Схема взаимодействия с Единой государственной автоматизированной информационной системой учета древесины и сделок с ней в процесс заготовки древесины

При анализе структуры лесотранспортной сети было выявлено, что в зависимости от интенсивности движения и грузооборота выделяют лесные дороги разной категории (таблица 1).

Таблица 1 – Категории лесных дорог по их функциональному назначению (по СП 288.1325800.2016)

| Функциональное назначение | Грузооборот, млн т нетто/год | Категория |
|--|--------------------------------|------------------|
| Лесная дорога, связывающая лесосырьевую базу с нижним лесным складом предприятия, пунктом потребления древесины или дорогой общего пользования, пересекает лесной массив и объединяет все лесные дороги в единую сеть | От 0,35 до 0,7 | I _л |
| Лесная дорога, связывающая лесосырьевую базу с нижним лесным складом, пунктом потребления древесины или дорогой общего пользования, пересекает лесной массив и объединяет все лесовозные дороги | От 0,14 до 0,35 | II _л |
| Лесная дорога, примыкающая к лесным дорогам категории | Менее 0,14 | III _л |
| Лесные дороги, предназначенные: - для доставки сельскохозяйственной и специальной техники и грузов к местам производства работ и лесным пожарам; - осуществления рекреационной деятельности; - вывозки лесохимического сырья; - подъезда к лесопитомникам; - подъезда к кордонам и егерским участкам, а также для патрулирования лесных массивов, временных дорог (сезонного действия). | Без определенного грузооборота | IV _л |

Лесные грузы перевозят и по дорогам с низкой интенсивностью движения, к которым относятся автомобильные дороги местного, регионального, межмуниципального и значения; частные, как общего, так и не общего пользования со среднегодовой суточной интенсивностью движения не более 400 авт. в

сутки проектирование которых также регулируется сводом правил № 243.1326000.2015 Проектирование и строительство автомобильных дорог с низкой интенсивностью движения.

Таким образом, возникла необходимость в расширении информационной системы за счет дополнительного реестрового модуля «Лесотранспортная инфраструктура», создание и заполнение которого позволит повысить информативность участников лесного хозяйства о состоянии объектов и лесотранспортной сети по категориям с возможностью мониторинга и прогнозирования.

Реестровый модуль позволит хранить результаты визуальной и инструментальной диагностики лесотранспортной сети и дорожных сооружений по списку параметров, в соответствии с нормативной документацией. На реестровый модуль по учету лесотранспортной инфраструктуры возложены следующие задачи и требования:

1. Учет лесотранспортной сети и ее топология, включает в себя описание, фотографическое и схематическое расположение лесных дорог, их примыкания к федеральным трассам и дорогам общего пользования, протяженность и ключевые узлы. Наличие сводов правила, лишь определяет требования к их строительству, а не к дальнейшему контролю их эксплуатации и возможности расширения лесотранспортной сети за счет их перевода в категории федеральных и территориальных (программа развития дорожной сети Свердловской области) [1].

2. Оценка транспортно-эксплуатационного состояния лесотранспортной сети по общим и техническим характеристикам. Термин «транспортно-эксплуатационное состояние дороги» (ТЭС АД), определяет перечень параметров, эксплуатационного состояния, инженерного оборудования, обустройства, которые непосредственно зависят от транспортно-эксплуатационного состояния дороги и характеризуют лесовозную дорогу как транспортное сооружение [6].

3. Оценка с занесением результатов транспортно-эксплуатационных показателей лесотранспортной сети по которым можно будет определять соответствие инфраструктуры требованиям к транспортно-эксплуатационным состоянием дорог и дорожных сооружений в соответствии с «ГОСТ Р 50597-2017 Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию», допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.

4. Интеграция нормативно справочных данных с ЛесЕГАИС (в дальнейшем с ФГИС ЛК), включающий данные о регионах, лесных участках, арендодателях, с последующим формированием электронного сопроводительного документа лесотранспортной сети (паспорта) на определённый срок с указанием возможности использования.

Сервис интеграции предусмотренный разработчиками обеспечивает возможность взаимодействия с внешними информационными системами органов исполнительной власти и лесопользователей в следующие реестры: выделы, лесничества, лесосеки, лесные участки, лесохозяйственный регламент, договоры аренды лесных участков, права пользования лесными участками, государственные контракты и задания, договоры купли-продажи лесных насаждений, лесные декларации, сделки с древесиной. Для точности определения месторасположения и занесения данных в реестр необходимо воспользоваться интеграционными возможностями ЛесЕГАИС [2,3,16].

С учетом того, что на выделе может быть сквозная лесотранспортная сеть на несколько лесных участках, у которых разные арендаторы внесение данных в реестр предполагается по условным номерам лесных дорог и указанием координат. Модель заполнения реестра и интеграционные модули с ЛесЕГАИС представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Функциональная модель информационного реестра по учету транспортно-эксплуатационных показателей лесотранспортной сети

Заключение

Разработана модель информационного реестра лесотранспортной инфраструктуры, включающая возможности интеграционного взаимодействия с ЛесЕГАИС (далее ФГИС ЛК) и интерактивную карту «Леса России». В качестве исходных данных используется нормативно-справочная информация о действующих лесных участках и арендаторов [4], пример данных представлен на рисунке 3.

| Наименовани... | ИНН компании | Дата подписан... | Субъект РФ | Лесничество | Участковое ле... | Урочище | Лесные кварта... | Объем по дого... |
|-------------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------|------------------|
| ОТКРЫТОЕ АК... | 8602060555 | 25.06.2209 | Республика Сах... | Ленское | Витимское | | 67 | 0 |
| АК "АЛРОСА" | 1433000147 | 22.08.2022 | Республика Сах... | Мирнинское | Мирнинское | | 391 | 82 |
| Публичное акци... | 7706107510 | 22.08.2022 | Ханты-Мансийск... | Нефтеюганское | Юнг-Яхское | | 103; 104; 105; 10... | 0 |
| Публичное акци... | 7706107510 | 22.08.2022 | Ханты-Мансийск... | Нефтеюганское | Нефтеюганское | Нефтеюганское | 198; 203; 228; 22... | 0 |
| Публичное акци... | 7706107510 | 22.08.2022 | Ханты-Мансийск... | Нефтеюганское | Куль-Яхское | | 20; 21 | 0 |
| Открытое акцио... | 7707017509 | 22.08.2022 | Ханты-Мансийск... | Мегионское | Куль-Еганское | КУЛЬ-ЕГАНСКОЕ | 812; 813 | 0 |
| Публичное акци... | 7706107510 | 22.08.2022 | Ханты-Мансийск... | Нефтеюганское | Юнг-Яхское | | 115 | 0 |
| Публичное акци... | 7706107510 | 22.08.2022 | Ханты-Мансийск... | Нефтеюганское | Сальмское | | 436 | 0 |
| Публичное акци... | 7706107510 | 22.08.2022 | Ханты-Мансийск... | Нефтеюганское | Юнг-Яхское | | 124 | 0 |
| АО "Транснефт... | 7201000726 | 22.08.2022 | Ханты-Мансийск... | Мегионское | Покачевское | | 115; 40; 41; 42; 5... | 613 |
| АО "Транснефт... | 7201000726 | 22.08.2022 | Ханты-Мансийск... | Мегионское | Покачевское | | 115; 40; 41; 42; 5... | 798 |
| ООО "ТехноМаг... | 1400006961 | 22.08.2022 | Республика Сах... | Томпонское | Томпонское | | 50 | 0 |
| ООО "Норд Имл... | 7017103818 | 22.08.2022 | Томская область | Каргасокское | Чижалпское | ЧИЖАЛПСКОЕ У... | 98; 99 | 1 072 |
| Открытое акцио... | 8602016394 | 22.08.2022 | Ханты-Мансийск... | Юганское | Тайлаковское | | 2087 | 0 |
| Публичное акци... | 7706107510 | 22.08.2022 | Ханты-Мансийск... | Юганское | Угутское | | 441 | 0 |
| Бурдин Рустам ... | 590411428830 | 19.08.2022 | Пермский край | Чайковское | Степановское | (СТЕПАНОВСКОЕ) | 1; 10; 11; 12; 13; ... | 5 920 |

Рис. 3. Пример нормативно-справочной информации о действующих лесных участках и арендаторах в системе ЛесЕГАИС

На основе имеющихся данных о договорах и нормативно-справочной информации по лесозаготовкам созданы топологические карты. В реестре хранятся данные о транспортно-эксплуатационном состоянии лесотранспортной сети с дополнением информации по результатам инструментального обследования и при необходимости компьютерном моделировании, для проведения исследований и определения состояния и перспектив дальнейшей эксплуатации сети [8,12].

Программное решение размещено в сети Интернет в качестве модуля Электронной Информационной Образовательной Среды ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» и доступно по адресу <https://lroad.lms-usfeu.ru> Интерфейс (диалоговое окно) реестра транспортно-эксплуатационных показателей лесотранспортной сети представлен на рисунке 3.

Разработанный и внедренный веб-интерфейс, позволяет оперативно добавлять, получать и обрабатывать информацию в реальном времени, вносить результаты испытаний о транспортно-эксплуатационных и физико-механических показателях лесных дорог с возможностью прогнозирования данных и формирования электронного паспорта участка дороги и создание мобильного интерфейса, в котором водители или арендаторы могут заполнить информацию о участке еще на лесозаготовке с возможностью прикрепления фото места съемки участка дороги [10].

Разработанный реестр лесотранспортной инфраструктуры учитывает все требования проекта Федеральной государственной информационной системы лесного комплекса с целью объединения всей информации по управлению лесного хозяйства в условиях цифровой трансформации отрасли.

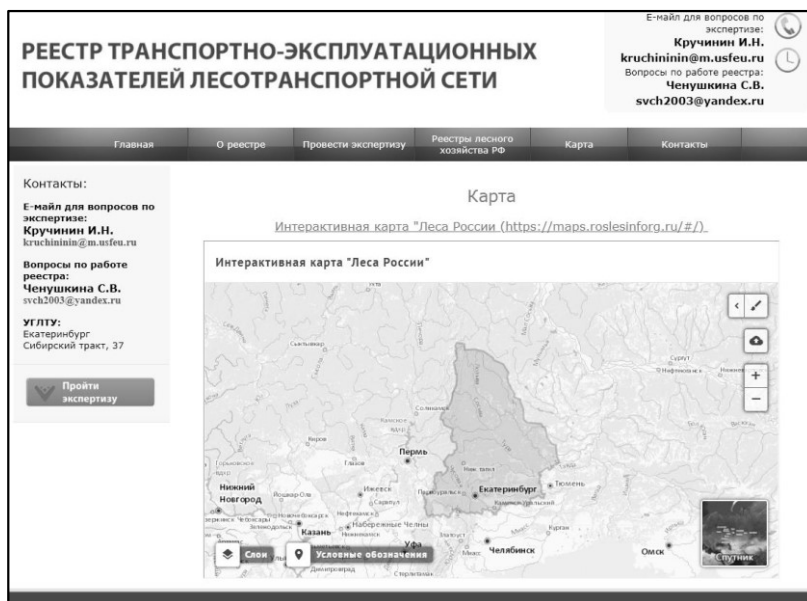


Рис. 4. Веб-интерфейс реестра по учету транспортно-эксплуатационных показателей лесотранспортной сети

Литература

1. Абрамов Я.И. Методы проектирования лесных лесовозных дорог на основе ГИС-систем / Я.И. Абрамов, И.Н. Кручинин /Современные машины, оборудование и IT-решения лесопромышленного комплекса: теория и практика : матери-алы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 17 июня 2021 г.: М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2021. – С. 9 – 13.
2. Ахтямов Э.Р. Информационная система контроля качества строительства лесных дорог [Текст] / Э.Р. Ахтямов, И. Н. Кручинин, В.В. Побединский, Е.И. Кручинина, А.А. Чижов // Деревообрабатывающая промышленность. – 2021. - № 4. – С. 3-10.
3. Горелик В.А. Исследование операций и методы оптимизации: Учебник / В.А. Горелик. – М.: Academia, 2018. – 384 с.
4. Единая государственная автоматизированная информационная система учёта древесины и сделок с ней// Официальный сайт системы – URL: <https://lesegais.ru/> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. За полгода в ЛесЕГАИС оформили порядка 4 млн электронных документов // «Журнал «ЛесПромИнформ»». – URL: <https://lesprominform.ru/news.html?id=18229/> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Кручинин, И.Н. Повышение транспортно-эксплуатационных качеств лесовозных автомобильных дорог при освоении лесосырьевых баз многолесных регионов: Дис...докт. техн. наук. / ВГЛТУ, науч. консультант С.И. Сушков – Воронеж, 2017. – 347 с.
7. От ЛесЕГАИС до ФГИС ЛК: выходим на новый уровень // «Лесозаготовка: Бизнес и профессия». – URL: <https://lesozagotovka.com/rybriki/les-i-zakon/ot-lesegais-do-fgis-lk-vykhodim-na-novyy-uroven/> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Побединский В.В. Нейронная сеть для оценки транспортно -эксплуатационного состояния лесных автомобильных дорог [Текст] / В.В. Побединский, И.Н. Кручинин, М.В. Шавнина, Д.И. Шакирзянов // Деревообрабатывающая промышленность. – 2020. - № 3. – С. 10-18
9. Приказ Рослесхоза от 22.04.2021 N 372 «О создании федеральной государственной информационной системы лесного комплекса» // Система КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_421432/ / — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Система управления лабораторной информацией, ЛИМС (laboratory information management systems, LIMS). Техническое описание / Э.Р. Ахтямов. – Челябинск: ООО «УралНИИСтром», 2020.- 46 с.
11. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года [Текст] / Минприрод, Минпромторг России, Россельхоз/Москва, 2018 – 40 с.

12. Сухопутный транспорт леса / В.И. Алябьев, Б.А. Ильин, Б.И. Кувалдин, Г.Ф. Грехов. - М.: Лесн.пром-сть, 1990. – 416 с.
13. Heikkilä, R. & Jaakkola, M. (2005) Towards Automated Total Process in Road Construction. ISARC'2005, The 22nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction, 11-14 September 2005, Ferrara, Italy, pp. 71 – 82.
14. Joao, S. et al. 2015 A life cycle assessment model for pavement management: methodology and computational framework By / S. Joao, F. Adelino, F. Gerardo // International Journal of Pavement Engineering, March. –2015. – Vol. 16. Issue 3. –P.268–286.
15. Manije Talebia, Baris Majnouniana, Ehsan Abdia & Fateme Berenji Tehrani. Developing a GIS database for forest road management in Arasbaran forest, Forest Science and Technology, 2015.
16. Oleg Igorevich Maksimichev/ Automation and Control in Technical Systems (ACTS) 2015, No 1, pp. 80-91.
17. Ostroukh A.V., Tian Yu. Development of the information and analytical monitoring system of technological processes of the automobile industry enterprise // In the World of Scientific Discoveries, Series B. 2014. Vol. 2. No 1. pp. 92-102.
18. Patricia Girardin. Forest road characterization, Carrefour Forêt 2019, 2020, Québec, Canada, pp. 71 – 82.

©**Ченушкина С.В.** – ст. препод. кафедры интеллектуальных систем ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» (ФГБОУ ВО «УГЛТУ»), e-mail: svch2003@yandex.ru; **Кручинин И.Н.** – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры транспорта и дорожного строительства, ФГБОУ ВО «УГЛТУ», e-mail: kinaa.k@yandex.ru; **Побединский В.В.** – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой интеллектуальных систем ФГБОУ ВО «УГЛТУ», e-mail: pobed@el.ru; **Абрамов Я.И.** – аспирант кафедры транспорта и дорожного строительства, ФГБОУ ВО «УГЛТУ», e-mail: yarlif@yandex.ru.

UDC 625.852

DEVELOPMENT OF A REGISTER MODEL OF FOREST TRANSPORT INFRASTRUCTURE AS PART OF THE DIGITAL TRANSFORMATION OF THE FORESTRY OF THE RUSSIAN FEDERATION

S.V. Chenushkina, I.N. Kruchinin, V.V. Pobedinsky, Ya.I. Abramov

The work is devoted to the main directions of forestry development, where one of the key directions is digital transformation – by improving the process of accounting for forest transactions by means of information systems. To date, the main system is the Unified State Automated Information System for Accounting for Wood and Transactions with it (LesEGAIS), but intensive design and development of the functions of the Federal State Information System of the Forest Complex is underway. The designed functionality and capabilities cover, in addition to transactions, forest accounting and their location, geodata and visual images. It is planned to fully integrate data from existing registers, primarily from LesEGAIS: about plots, tenants and transactions. The paper proposes to improve the accounting process by implementing an additional information register in the direction unaccounted for in the Federal State Information System of the forest Complex - objects and indicators of the forest transport network: location and transport and operational indicators of forest roads. The main requirements for the quality of forest roads are considered on the basis of existing regulatory and technical documents. The necessity of monitoring the transport and operational condition of the forest transport network and its elements is justified. The developed model of the register of the forest transport infrastructure with the possibility of integrating data from LesEGAIS is presented. The creation of the register provided assistance in solving problems related to the transportation of timber in the process of logging, due to prompt access to information on the availability and condition of the forest transportation network. The software solution is posted on the Internet as a module of the Electronic Information Educational Environment of the Ural State Forestry University. The results of the creation of a register model of the forest transport infrastructure can be recommended for use in the practice of digital transformation of forestry in the Russian Federation.

Key words: digital transformation, forest transport infrastructure, information registry, forest roads

References

1. Abramov YA.I. [Methods of designing forest logging roads based on GIS systems] / YA.I. Abramov, I.N. Kruchinin // «Modern machines, equipment and IT solutions of the timber industry complex: theory and practice. Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii», [FGBOU VO «VGLTU»]. - 2021.-S.9-13. (InRuss.).
2. Akhtyamov EH.R. [Information system for quality control of construction of forest roads] / EH.R. Akhtyamov, I. N. Kruchinin, V.V. Pobedinskii, E.I. Kruchinina, A.A. Chizhov // Derevoobrabatyva-yushchaya promyshlennost'[Woodworking industry]. - 2021. - No. 4. - P. 3-10. (InRuss.).
3. Gorelik V.A. Operations research and optimization methods. - M.: Academia, 2018. - 384 pages. (InRuss.)
4. Unified State Automated Information System for Accounting for Wood and Transactions with It// Federal forest agency– URL: <https://lesegais.ru/> - Access mode: for authors. users. (InRuss.).
5. In six months, about 4 million electronic documents were issued in LesEGAIS // "Les-PromInform journal". – URL: <https://lesprominform.ru/news.html?id=18229> // - Access mode: for authors. users. (InRuss.).
6. Kruchinin, I.N. [Improving the transport and operational qualities of logging roads in the development of forest resource bases of multi-forest regions] / Kruchinin, I.N. Dissertation doct. technical sciences. – Voronezh: VGLTU, 2017. – 347 p. (InRuss.).
7. From LesEGAIS to FGIS LC: we are going to a new level // "Logging: Business and profession". – URL: <https://lesozagotovka.com/rybriki/les-i-zakon/ot-lesegais-do-fgis-lk-vykhodim-na-novyy-uroven> //- Access mode: for authors. users. (InRuss.).
8. Pobedinsky V.V. [Neural network for assessing the transport and operational condition of forest highways] / V.V. Pobedinsky, I.N. Kruchinin, M.V. Shavnina, D.I. Shakirzyanov // // Derevoobrabatyva-yushchaya promyshlennost'[Woodworking industry]. - 2020. - No. 3. - P.10-18. (InRuss.).
9. The order of the Federal Forestry Agency of 22.04.2021 N 372 "On the creation of the federal state information system of the forest complex" // System ConsultantPlus. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_421432 //- Access mode: for authors. users. (InRuss.).
10. Laboratory information management systems (LIMS). Technical Description/E.R. Akhtyamov. - Chelyabinsk: LLC UralNI-Istrom, 2020. - 46 p. (InRuss.).
11. Strategy for the development of the forest complex of the Russian Federation until 2030 [Text]/Ministry of Natural Resources, Ministry of Industry and Trade of Russia, Rosselkhoz/Moscow, 2018 - 40 p. (InRuss.).
12. Land transport of forests / V.I.Alyabyev, B.A.Ilyin, B.I.Kuvaldin, G.F.Grekhov. - M.: Lesn.prom-st, 1990. – 416 p.13. Heikkilä, R. & Jaakkola, M. (2005) Towards Automated Total Process in Road Construction. ISARC'2005, The 22nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction, 11-14 September 2005, Ferrara, Italy, pp. 71 – 82.
14. Joao, S. et al. 2015 A life cycle assessment model for pavement management: methodology and computational framework By / S. Joao, F. Adelino, F. Gerardo // International Journal of Pavement Engineering, March. –2015. – Vol. 16. Issue 3. –P.268–286.
15. Manije Talebia, Baris Majnouniana, Ehsan Abdia & Fateme Berenji Tehrani. Developing a GIS database for forest road management in Arasbaran forest, Forest Science and Technology, 2015.
16. Oleg Igorevich Maksimichev/ Automation and Control in Technical Systems (ACTS) 2015, No 1, pp. 80-91.
17. Ostroukh A.V., Tian Yu. Development of the information and analytical monitoring system of technological processes of the automobile industry enterprise // In the World of Scientific Discoveries, Series B. 2014. Vol. 2. No 1. pp. 92-102.
18. Patricia Girardin. Forest road characterization, Carrefour Forêt 2019, 2020, Québec, Canada, pp. 71 – 82.

©Chenushkina S.V. – Senior lecturer of the Department of Intelligent Systems, Ural State Forest Engineering University (USFEU), e-mail: svch2003@yandex.ru; Kruchinin I.N. – Grand PhD in Engineering Sciences, Professor of the Department of Transport and Road Construction, USFEU, e-mail: kinaa.k@yandex.ru; Pobedinsky V.V. – Grand PhD in Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Intelligent Systems, USFEU, e-mail: pobed@e1.ru; Abramov Ya.I. – PhD student of the Department of Transport and Road Construction, USFEU, e-mail: yarlif@yandex.ru.