

Научная статья  
УДК 630.3:004(075.8)

## ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА (PLM) ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ОБЪЕКТОВ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ

Игорь Владимирович Кузин<sup>1</sup>, Сергей Борисович Якимович<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> igku2in@yandex.ru

<sup>2</sup> yakimovichsb@m.usfeu.ru

**Аннотация.** Представлен аналитический сопоставительный обзор PLM-систем сопровождения жизненного цикла реальных объектов заготовки древесины и их цифровых двойников. На основе выделенных требований определены наиболее соответствующие им PLM-системы.

**Ключевые слова:** цифровой двойник, заготовка древесины, PLM-системы

**Для цитирования:** Кузин И. В., Якимович С. Б. Обоснование систем жизненного цикла (PLM) цифровых двойников объектов заготовки древесины // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 456–461.

Original article

## JUSTIFICATION OF DIGITAL TWINS LIFE CYCLE SYSTEMS (PLM) OF WOOD HARVESTING FACILITIES

Igor V. Kuzin<sup>1</sup>, Sergey B. Yakimovich<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> igku2in@yandex.ru

<sup>2</sup> yakimovichsb@m.usfeu.ru

**Abstract.** An analytical comparative review of PLM systems for monitoring the life cycle of real wood harvesting facilities and their digital twins is presented. Based on the identified requirements, the most appropriate PLM systems have been identified.

**Keywords:** digital twin, wood logging, PLM systems

**For citation:** Kuzin I. V., Yakimovich S. B. (2026) Obosnovanie sistem zhiznennogo cikla (PLM) cifrovyy`x dvoynikov ob`ektov zagotovki drevesiny` [Justification of digital twins life cycle systems (PLM) of wood harvesting facilities]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 456–461. (In Russ).

Актуальность темы статьи формируется определенными в источнике [1] требованиями к сопровождению жизненного цикла цифровых двойников объектов лесозаготовок:

1. Системообразующим реальным объектом (предметом труда) лесозаготовок, носителем маркера для формализации его сквозным цифровым двойником является сортимент (бревно).

2. Требования к маркировке и маркерам сортиментов, в соответствии с «Постановлением Правительства РФ от 30 ноября 2021 г. № 2128 “О порядке определения характеристик древесины и учета древесины”» – назначение, порода, длина, диаметр в верхнем отрубе, объем и дополнительные характеристики по состоянию с внутренними и внешними пороками. Обеспечение идентификации предмета труда и цифрового двойника.

3. Аппаратное и программное обеспечение для измерений и контроля качества предмета труда должно надежно работать в сложных природно-производственных условиях заготовки древесины. Обеспечение мобильности систем связи.

4. Требуется надежная работа систем связи, маркировки, хранения и передачи данных при ограничениях по диэлектрической проводимости среды, слабом радиопокрытии и недостаточной видимости. Например, размещение приемо-передающих антенн, наличие толстого или тонкого клиента для хранения данных двойника между сеансами связи.

5. Обеспечение надежного геопозиционирования (GPS/ГЛОНАСС) и локализации реального предмета труда с отображением в цифровом двойнике в режиме текущего времени. Совместимость PLM-систем с ФГИС ЛК или иными ГИС системами.

6. Совместимость программных и аппаратных систем лесозаготовительных машин с предлагаемыми PLM системами.

7. Обеспечение взаимодействия цифрового двойника и предмета труда в технологическом процессе. Обеспечение разработки модели, постановки и решения задач оптимизации и рационализация связей между предметом труда и иными объектами.

8. Средний уровень квалификации персонала, требуется дополнительное обучение.

Поскольку цифровизация большей частью реализует государственные функции контроля и мониторинга [2] (ФГИС ЛК и др.), существует

необходимость развития цифровых двойников отрасли совместимых с государственными системами. Цифровизация отрасли предполагает цифровое проектирование и моделирование на основе цифровых двойников в рамках цифровых и умных производств будущего. Понятия по цифровым двойникам зафиксированы в ГОСТ 57700.37–2021. Цифровой двойник изделия (добавим технологии, процесса) – это система, «состоящая из цифровой модели объекта и двусторонних информационных связей с изделием и (или) его составными частями». Цифровой двойник разрабатывается и применяется на всех стадиях жизненного цикла изделия. На всех стадиях возможно предпроектное обоснование, проектирование, эксплуатация, сбыт, мониторинг с соответствующими изменениями. Под цифровой моделью изделия понимается система математических и компьютерных моделей, а также электронных документов, описывающая структуру, функциональность и поведение вновь разрабатываемого или эксплуатируемого изделия на различных стадиях жизненного цикла. Сопровождение жизненного цикла реальных объектов заготовки древесины и их цифровых двойников обеспечивается PLM-системами. На основе изложенного целесообразно обосновать выбор подобной системы или ранжировать эти системы по критериям, определенным выше. К обоснованию выбора приняты к рассмотрению следующие известные PLM-системы российских и зарубежных производителей: 1С:PLM, LOZMAN:PLM от Аскона, T-FLEX:PLM от Топ Системы; Siemens Teamcenter, Dassault Systèmes 3DEXPERIENCE Platform.

Предоставить полную таблицу сравнения невозможно из-за ограничений по объему данного сборника. Однако основные соответствия требованиям на основе оценок источников [3–5] и информации с сайтов производителей приведены ниже.

### **1. Формализация объекта лесозаготовок (цифровой двойник).**

*Teamcenter*: имеет функцию создания цифрового двойника и хранит историю изменения каждого элемента производства.

*3DEXPERIENCE*: платформа имеет проверенные инструменты для создания моделей и цифровых двойников, подходит для описания поведения предмета труда в реальных условиях.

*LOZMAN:PLM от Аскона*: обеспечивает формирование цифрового двойника и хранение всех важных характеристик предмета труда (назначение, порода, длина, диаметр и прочие данные).

*T-FLEX PLM от Топ Систем*: подходит для создания цифровых двойников, обеспечивающих описание предмета труда.

*1С:PLM*: формирует цифровой двойник, но не подходит для сложных моделей.

Выбранные системы 3DEXPERIENCE и LOZMAN:PLM от Аскона.

### **2. Маркировка и идентификация предмета труда.**

*Teamcenter*: имеет готовые решения для интеграции с базами данных по лесоматериалам и возможностью ввода идентификаторов (QR-коды, RFID-метки).

*3DEXPERIENCE*: использует аналогичную инфраструктуру.

*LOZMAN:PLM от Аскона*: обеспечивает полную интеграцию с российскими стандартами маркировки и учета древесины.

*T-FLEX PLM от Top Систем*: обеспечивает интеграцию с российскими стандартами маркировки и учета древесины.

*1С:PLM*: маркировка осуществляется в соответствии с нормативами РФ.

Выбранные системы как наиболее распространенные и совместимые с ФГИС ЛК – *LOZMAN:PLM от Аскона*, *1С:PLM*.

### **3. Аппаратное и программное обеспечение для измерений и контроля качества.**

*Teamcenter*: обеспечивает интеграцию компонентов аппаратного и программного обеспечения, позволяет подключать мобильные устройства и датчики, обеспечивая сбор данных о характеристиках древесины и передачу их в единую базу данных.

*3DEXPERIENCE*: обеспечивает контроль качества в сложных условиях лесосек, обеспечивает аналитические инструменты для глубокого анализа данных, поступающих с мобильных устройств и датчиков.

*LOZMAN:PLM от Аскона*: есть возможности интеграции с внешними системами через API/шлюзы, есть опыт заказных интеграций.

*T-FLEX PLM от Top Систем*: комплект аппаратного и программного обеспечения способен работать в сложных условиях.

*1С:PLM*: аппаратное и программное обеспечение ограничено возможностями 1С, маркировка возможна в соответствии с нормативами РФ.

Выбранная система: *3DEXPERIENCE* за наличие встроенных инструментов аналитики и интеграцию с устройствами Интернета вещей (IoT).

### **4. Надежные системы связи и хранения данных.**

*Teamcenter*: может работать автономно и синхронизироваться позже, используя клиент-серверную архитектуру.

*3DEXPERIENCE*: предоставляет облако-хранилище и инструменты распределённой работы, что повышает надёжность хранения данных и связь между узлами.

*LOZMAN:PLM от Аскона*: система устойчива к неблагоприятным природным условиям, эффективно функционирует при отсутствии постоянного интернет-подключения.

*T-FLEX PLM от Top Систем*: надёжная работы систем связи.

*1С:PLM*: неустойчивая связь и хранение данных.

Выбранные системы: *3DEXPERIENCE*, *LOZMAN:PLM от Аскона* за лучшее сочетание онлайн и офлайн режимов, поддержку облаков независимо от места нахождения.

### **5. Геопозиционирование и локализация предмета труда.**

*Teamcenter*: обеспечивает связь с геоинформационными системами (ГИС) и синхронизацию координат местоположения с соответствующими параметрами предмета труда.

*3DEXPERIENCE*: полноценно интегрируется с GPS и ГЛОНАСС системами, отражая данные в реальном времени и обеспечивая точный мониторинг местоположения объектов.

*LOZMAN:PLM от Аскона*: ограниченная полевая телеметрия в мобильных условиях; требуются шлюзы для сбора данных от датчиков и геолокации.

*T-FLEX PLM от Top Систем*: геопозиционирование предусмотрено, для телеметрии требует интеграции и разработки шлюзов.

*IC:PLM*: геопозиционирование доступно.

Выбранная система: *3DEXPERIENCE* за интеграцию с современными средствами геопозиционирования и отображения данных в динамическом режиме.

#### **6. Совместимость с оборудованием лесозаготовительных машин.**

*Teamcenter*: поддерживает широкую линейку оборудования и инструментов, что облегчает интеграцию и совместное использование данных.

*3DEXPERIENCE*: отличается высокой степенью открытости и интеграции с различными видами промышленного оборудования.

*LOZMAN:PLM от Аскона*: имеется совместимость с лесозаготовочными машинами.

*T-FLEX PLM от Top Систем*: совместимость с оборудованием лесозаготовок имеется.

*IC:PLM*: совместимость с лесозаготовочным оборудованием минимальная.

Выбранная система: *Teamcenter* за опыт успешного сотрудничества с производителями оборудования лесозаготовительными машинами зарубежных производителей, *LOZMAN:PLM* за наличие совместимости с лесозаготовительными машинами.

#### **7. Взаимодействие цифрового двойника и предмета труда.**

*Teamcenter*: интегрируется с измерительными приборами и датчиками, передавая полученные данные в цифровую копию.

*3DEXPERIENCE*: обеспечивает взаимодействие, позволяя моделировать поведение предмета труда в различных ситуациях.

*LOZMAN:PLM от Аскона*: обеспечивает формирование цифровых данных, атрибутов сортамента и документооборота;

*T-FLEX PLM от Top Систем*: обеспечивается взаимодействие цифрового двойника и реального предмета.

*IC:PLM*: возможна доработка под структуру данных сортамента.

Выбранная система: *3DEXPERIENCE* за моделирование и анализ поведения предмета труда.

#### **8. Дополнительное обучение персонала.**

Обеспечено по всем системам.

Таким образом, представленные в обзоре системы не в полной мере отвечают потребностям лесозаготовок и требуют существенной адаптации. При этом наиболее соответствующими требованиям может быть LOZMAN:PLM от Аскона либо комбинированный вариант, сохраняющий преимущество нормативной совместимости (ФГИС ЛК) для РФ – 1С:PLM, при этом подключающий полную аналитику и автоматизацию цифрового двойника – 3DEXPERIENCE. Отметим также, что зарубежные системы дороже российских.

#### *Список источников*

1. Якимович С. Б. Цифровые двойники (аналоги) в приложениях к задачам ЛПК // Цифровизация лесного комплекса и учета древесины : [сайт]. URL: <https://my.mts-link.ru/122779507/4904798978/record-new/4769695287> (дата обращения: 10.10.2025).

2. Якимович С. Б. Цифровизация образования и производства лесопромышленного комплекса // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : труды XVI Международного евразийского симпозиума (Екатеринбург, 21–24 сентября 2021 года). Екатеринбург : УГЛТУ, 2021. С. 69–73.

3. ЛОЦМАН:PLM Система управления инженерными данными и жизненным циклом изделия. Обзор // Аскон : [сайт]. URL: <https://clck.ru/3S3hQv> (дата обращения: 27.10.2025).

4. PLM-системы: управление жизненным циклом продуктов // Корус : [сайт]. URL: <https://korusconsulting.ru/infohub/plm-sistemy-product-lifecycle-management/> (дата обращения: 27.10.2025).

5. 3DEXPERIENCE система для управления полным циклом производства изделия // Cadis : [сайт]. URL: [https://www.cad-is.ru/blog\\_post/3dexperience](https://www.cad-is.ru/blog_post/3dexperience) (дата обращения: 25.10.2025).