DOI 10.37882/2223-2966.2025.02.15

РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ТИПОВОЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СЕРВИСА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ ОБ ИЗДЕЛИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОРПОРАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Кравченко Александр Николаевич
аспирант, ФГБОУ МГТУ «Станкин»
i@an-kravchenko.ru

Аннотация. Статья посвящена актуальным аспектам цифровизации машиностроительной отрасли России в части систем управления данными об изделии (СУДИ) в государственной корпорации. Рассматривается разработка и обоснование типовой организационно-технической системы сервиса СУДИ госкорпорации, способствующей интеграции и стандартизации процессов СУДИ, что позволяет преодолеть выявленные проблемы и достигнуть необходимого экономического и технологического эффекта. Предлагается типовая организационно-техническая система сервиса СУДИ, которая включает в себя централизованную систему НСИ, облачную архитектуру (SaaS) и создание центра компетенций для поддержки и адаптации отраслевой конфигурации СУДИ под нужды конкретных предприятий.

Ключевые слова: управление жизненным циклом изделий, Индустрия 4.0, цифровизация, SaaS, система управления данными об изделии, PLM, PDM, T-Flex, организационного-технической системы, ИТ-сервис, ТЭО.

DEVELOPMENT AND SUBSTANTIATION OF A STANDARD ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SERVICE SYSTEM FOR THE PRODUCT DATA MANAGEMENT SYSTEM OF A STATE CORPORATION IN THE CONTEXT OF THE DIGITAL TRANSFORMATION OF THE MACHINE-BUILDING INDUSTRY

A. Kravchenko

Summary. The article is devoted to the current aspects of digitalization of the Russian machine-building industry in terms of product data management systems (PDM) in a state corporation. The paper considers the development and justification of a standard organizational and technical system of the state corporation's PDM service, which contributes to the integration and standardization of PDM processes, which makes it possible to overcome the identified problems and achieve the necessary economic and technological effect. A standard organizational and technical system of the PDM service is proposed, which includes a centralized MDM system, a cloud architecture (SaaS) and the creation of a competence center to support and adapt the PDM industry configuration to the needs of specific enterprises.

Keywords: product lifecycle management, Industry 4.0, digitalization, SaaS, product data management system, PLM, PDM, T-Flex, organizational and technical systems, IT service, feasibility study.

Актуальность

В настоящее время в РФ идет процесс цифровизации промышленности в концепции импортозамещения [1]. Для реализации этого процесса выпущен ряд распорядительных и методических документов президента и правительства РФ [2], [3], [4], [5].

Одними из наиболее часто распространенных продуктов в промышленности, подлежащих импортозамещению, являются системы управления данными об изделии [6] (далее СУДИ).

Ранее, в секторе промышленности наблюдалось неравномерное развитие предприятий в части цифровизации, ряд предприятий, решая собственные задачи выходили вперед, в то время как другие стагнировали, инициативы по развитию цифровизации СУДИ реализовывались на уровне отдельных предприятий, цифровизация носила неравномерный, локальный характер, направленный на решение локальных задач. В качестве платформ цифровизации в одном и том же промышленном холдинге использовались разнородные системы, в том числе зарубежные [7], [8]. Отсутствовал комплексный подход для организации СУДИ на уровне корпорации, обеспечивающий решение задач не только отдельных предприятий, но и управляющей компании, а также отрасли в целом.

На данный момент, по решению председателя правительства РФ цифровизацией поручено заниматься ИЦК [9], которые вырабатывают и внедряют решения по импортозамещению и цифровизации во вверенных им отраслях промышленности, цифровизация и импортозамещение сейчас носят централизованный, комплексный характер. Появляется возможность создания оптимальной централизованной организационно-технической системы [10] ИТ-сервисов СУДИ госкорпорации.

Требуется разработка и обоснование научно-обоснованной типовой организационного-технической системы ИТ-сервиса СУДИ машиностроительной государственной корпорации (далее — госкорпорации), обеспечивающей технологический эффект [12] путем реализации потребности, как отрасли в целом, управляющей компании отрасли, так и входящих в госкорпорацию предприятий и экономический эффект [12], выражающийся в экономии средств, прозрачности ценообразования, а также информационную безопасность данных СУДИ госкорпорации.

В исследовании проводится разработка и обоснование типовой организационного— технической системы СУДИ госкорпорации в условиях цифровой трансформации машиностроительной отрасли РФ.

Методология исследования

В исследовании использованы методы: системного анализа, метод анализа иерархий, метод экспертных оценок, многокритериальный подход, методы принятия решений при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения их а предприятии [11], методы экономического обоснования ИТ-инвестиций (Microsoft REJ Framework) [12], методы оценки и выбора альтернатив.

В исследовании, для реализации системного анализа использованы данные двух особо значимых проектов по внедрению российских решений в сфере информационных технологий, данные опроса предприятий 2-х крупных госкорпораций о потребности отрасли в рабочих местах в разрезе типов СУДИ в перспективе 5-ти лет, типовые ресурсные планы для реализации проектов PLM департамента производственного консалтинга группы компаний «Борлас», стратегии цифровой трансформации 2-х крупных госкорпораций.

Ключевые показатели эффективности СУДИ на предприятиях машиностроительной отрасли и их взаимосвязи с процессами СУДИ

Для разработки и обоснования типовой модели организационно-технической системы СУДИ применена Методология Rapid Economic Justification [12], предложенная корпорацией Microsoft, которая предусматривает конкретизацию модели ТСО за счет установления соответствия между расходами на ИТ и приоритетами бизнеса. Таким образом, для применения методологии необходимо определись ключевые показатели эффективности СУДИ.

Согласно [6] применение системы УДИ дает ряд ключевых показателей эффективности. В ходе исследования определены типовые процессы СУДИ, позволяющие достигнуть заявленных показателей.

Таблица 1.

Связь показателей эффективности с типовыми процессами СУДИ

Показатели эффективности СУДИ [6]	Типовые процессы системы УДИ, позволяющие достигнуть показателей
1. В процессах проектирования и инженерных расчетах: сокращение времени проектирования на 50 %; снижение затрат на изучение выполнимости проектов — 15–40 %;	Электронный документооборот технической документации Проведение виртуальных испытаний
2. В подготовке производства: уменьшение количества ошибок при передаче данных на 98 %; сокращение времени поиска и извлечения данных — 40 %; сокращение времени планирования — 70 %; сокращение стоимости информации — 15–60 %;	Электронный документооборот технической документации Автоматизация подготовки ТД с использованием 3D моделей. Разработка управляющих программ ЧПУ по 3D модели. Планирование производства по данным технологической структуры изделия. Управление производством по данным технологической структуры изделия
3. В производственных процессах: сокращение производственных затрат на 15–60 %; повышение показателей качества — 80 %;	Управление требованиями к изделию, Планирование производства по данным технологической структуры изделия. Управление производством по данным технологической структуры изделия
4. В процессах эксплуатационной поддержки изделий: сокращение времени на изменения технической документации на 30 %; сокращение времени планирования поддержки — 70 %; снижение стоимости технической документации — 10–50 %.	Электронный документооборот технической документации Подготовка пусконаладочной и эксплуатационной документации по данным конструкторской структуры изделия и 3D модели изделия

В исследовании, на основе анализа производственной деятельности предприятий 2-х крупных госкорпораций АО «Технодинамика» и АО «Роскосмос» определены верхнеуровневые процессы ИТ-сервиса СУДИ в предприятиях машиностроительной отрасли и их взаимосвязи с основными структурами данных СУДИ.

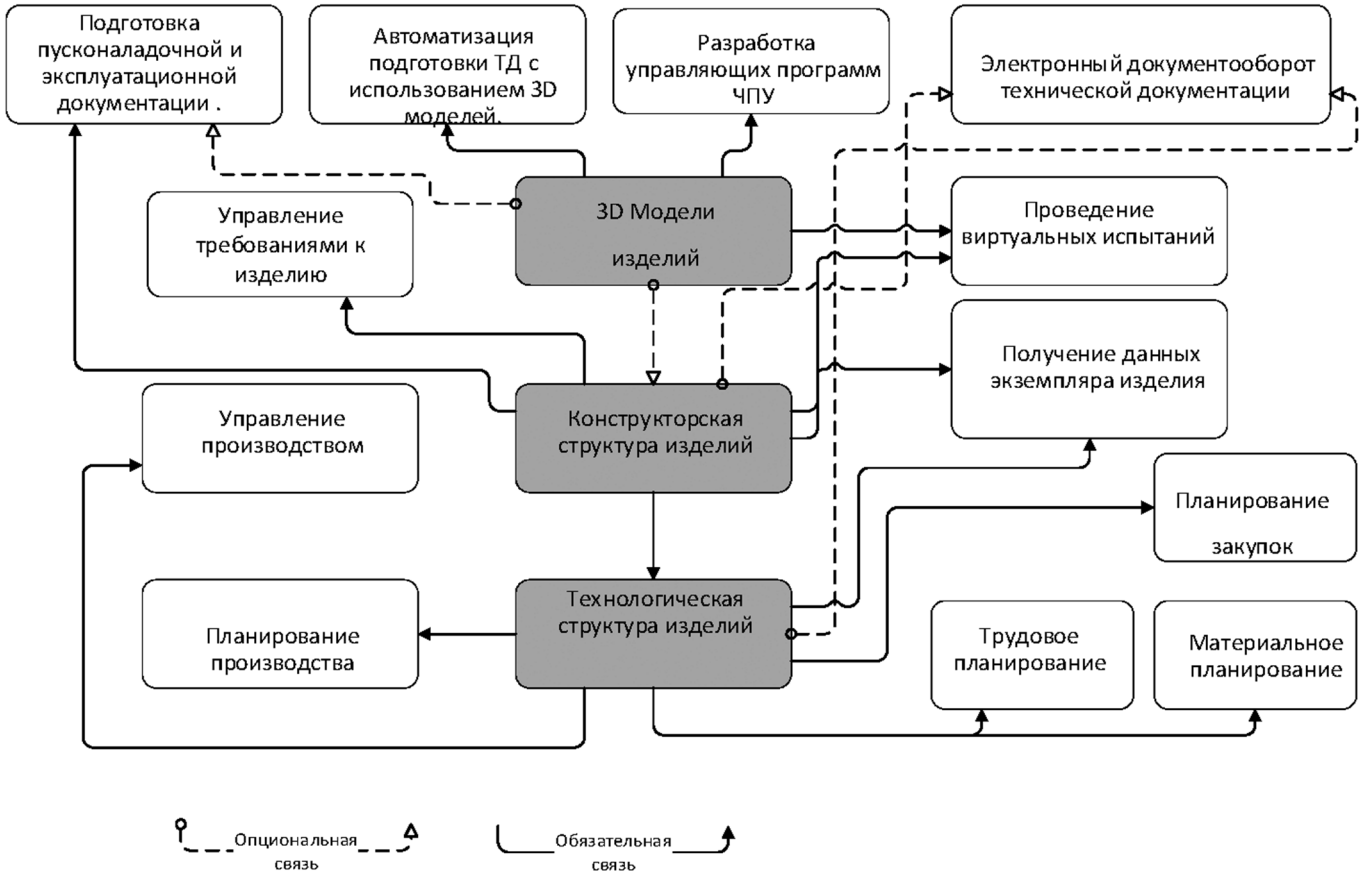

Рис. 1. Взаимосвязь верхнеуровневых процессов с основными структурами данных СУДИ

Как показано на Рис 1. для выполнения задач СУДИ необходимо получение ключевых структур данных СУДИ: 3D модели, конструкторская структура изделий, технологическая структура изделий.

Структура бизнес-процессов УДИ по получению ключевых структур данных системы УДИ

В ходе исследования проведен анализ и агрегирование бизнес-процессов управления данными об изделии на машиностроительных предприятиях: АО «ЩЛЗ», АО НПК «ВТ и СС», АО НПО «Базальт», ПАО «Ракетно-космическая корпорация “Энергия” им. С.П. Королёва», АО «НПО Лавочкина», также исследованы регламентирующие конструкторско-технологическую деятельность национальные стандарты ГОСТ 2.051-2013, ГОСТ 2.052-2021, ГОСТ 2.053-2013, ГОСТ Р 57193-2016, ГОСТ Р 59192-2020.

Результирующая консолидированная структура бизнес-процессов СУДИ показана на Рис. 2.

Как видно из схемы (рис. 2), в СУДИ существуют 2 основных процесса: согласование и изменение. Эти процессы проводятся с сущностями «состав экземпляра изделия, либо подмножества экземпляров» (результат конфигурирования из избыточного BOM), «документация», «требование». Под документацией будем понимать любые типы документации, конструкторская, технологическая, эксплуатационная и т.п. Этот состав процессов и их сущностей является универсальными и избыточным, то есть достаточным, но не необходимым для каждого предприятия.

Цели СУДИ для госкорпорации и отрасли в целом

Классификация и консолидация бизнес-процессов, полученная в результате исследования (см. Рис. 2), позволяет предположить, что для обеспечения любого машиностроительного предприятия сервисом СУДИ достаточно иметь ограниченный, общий состав цифровизованных бизнес-процессов СУДИ. В целом для отрасли этот состав будет избыточным.

Помимо целей каждого предприятия госкорпорации в достижении ключевых показателей эффективности СУДИ существуют цели, актуальные для всей госкорпорации и отрасли в целом.

1. Контроль и управление используемыми материалами и стандартными изделиями предприятиями госкорпорации.
2. Сокращение расходов и сроков реализации проектов по цифровизации и эксплуатации систем

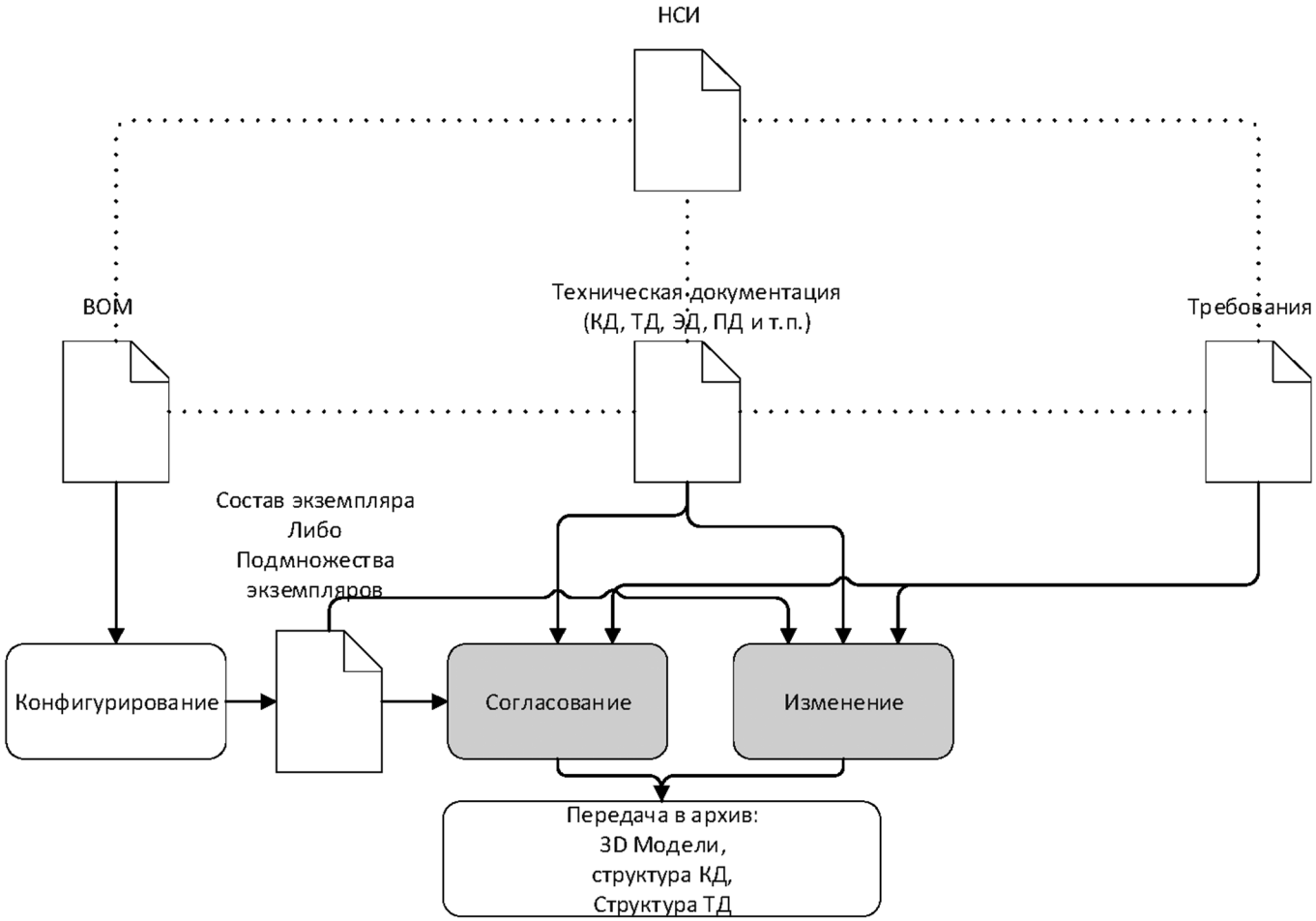

Рис. 2. Консолидированная структура бизнес-процессов СУДИ

УДИ за счет применения единых оптимизированных и опробованных решений Централизованное управление проектами внедрения СУДИ.

3. Возможность передачи конструкторской и технологической информации в структурированном виде между предприятиями госкорпорации для работы внутренней кооперации.

На Рис. 3. Архитектура СУДИ госкорпорации показано как реализуются цели СУДИ для госкорпорации и отрасли в целом.

Данные цели могут быть реализованы с применением централизованной организационно-технической системы сервиса СУДИ, включающей:

- Отраслевого оператора СУДИ — организацию, ответственную на эксплуатацию и развитие СУДИ в отрасли, центра компетенций СУДИ.
- Архитектуру сервиса по модели SaaS.

Основное сопровождаемое и тиражируемое техническое решение — отраслевая конфигурация единой информационной среды (далее ЕИС УДИ) корпорации. ЕИС УДИ разрабатывается на этапе пилотного проекта на нескольких крупных предприятиях госкорпорации, принимается на поддержку оператором ЕИС УДИ и, в дальнейшем, адаптируется и тиражируется по всему контуру госкорпорации в соответствии с планом-графиком подключения АРМ предприятий госкорпорации к сервису СУДИ. В этом случае ключевые структуры данных СУДИ (рис.1), применяемые в госкорпорации будут совместимы и будут применяться на каждом предприятии холдинга. Уровень цифровизации предприятий отрасли будет «выравниваться».

- Централизованная система НСИ, интегрированная с СУДИ предприятий, обеспечивает возможности обмена структурированной информацией между предприятиями корпорации и общей аналитики данных НСИ.

Отраслевая конфигурация ЕИС УДИ

В результате исследования определен избыточный состав подсистем СУДИ, достаточный для работы СУДИ каждого предприятия госкорпорации: подсистема управления проектами, подсистема управления требованиями подсистема управления конфигурациями,

Рис. 3. Методы реализации целей госкорпорации в части СУДИ

подсистема администрирования, подсистема обмена данными подсистема управления НСИ, подсистема конструкторского проектирования, подсистема технологической подготовки производства, архив электронной документации, подсистема управления техническим документооборотом.

Связь типовых АРМ системы УДИ с ролями пользователей в системе и профильными категориями пользователей

В ходе исследования проведено категорирование АРМ пользователей СУДИ, определены 8 типов АРМ, определены связи Типов АРМ с профильными категориями пользователей с одной стороны и ролями пользователей (доступные права, интефейс, подсистемы СУДИ) в системе УДИ.

Таким образом типы АРМ являются «сквозной» сущностью предложенной типовой организационного-технической системы и основой для финансово-экономической модели сервиса СУДИ.

В ходе исследования проведен опрос предприятий госкорпорации АО «Роскосмос», исследованы данные систем мониторинга использования лицензий, в ходе которого каждому типу АРМ сопоставлен комплект конкурентных лицензий на примере продуктов комплекса T-FLEX PLM. Коэффициенты в таблице обозначают долю использования лицензий, например 0,7 это означает, что из 10 конструкторов 7 в один момент времени используют лицензию.

Таблица 2.

Карта распределения лицензий по типам АРМ ЕИС УДИ, на примере типа АРМ «Конструктор»

Модули T-Flex	T-FLEX DOCs. PDM	T-FLEX DOCs. Стандарт	T-FLEX DOCs. Модуль Управление проектами	T-FLEX DOCs. Управление требованиями	T-FLEX CAD 3D	T-FLEX CAD 2D+	T-FLEX Электротехника	T-FLEX Технология	T-FLEX Технология. Нормировщик	T-FLEX DOCs. MDM	T-Flex Метрология	T-FLEX DOCs. Инструменты разработки
Тип АРМ Конструктор	00,9			00,1	00,9		00,3					

Организационно-техническая система сервиса СУДИ в частном облаке госкорпорации

Организационные и технические компетенции по развитию и поддержке ЕИС УДИ находятся в отраслевом операторе.

ИТ-инфраструктура сервиса СУДИ создается виртуальной с возможностью гибкого управления ресурсами, расширения «узких мест».

Предприятия получают доступ к СУДИ через корпоративную сеть передачи данных.

Система лицензирования создается единой, с подключением всех предприятий к единому пулу лицензий. Какая система лицензирования является саморегулирующийся, свободные лицензии выдаются по потребностям предприятий, таким образом, что при высвобождении лицензий одним предприятием они переходят в общий пул свободных лицензий и могут быть использованы другими предприятиями.

Основной недостаток этого типа архитектуры в соответствии с [11] является централизация данных, которая требует мер безопасности. Данный недостаток устраняется путем создания частного облака на одном из предприятий госкорпорации, являющегося оператором IaaS.

Подключаемые предприятия осуществляют оплату подключенных к СУДИ АРМ в соответствии с тарифами на услуги для каждого типа АРМ и инсталляционного платежа для оплаты работ по адаптации ЕИС УДИ. Ценообразование и бюджетирование становится «прозрачным» и удобным для планирования.

Технико-экономическое обоснование предложенной организационно-технической структуры СУДИ

Эффективность предложенной архитектуры сервиса СУДИ определяется достижением технологического и экономического эффектов [12]. Технический эффект достигается путем выполнения целей внедрения СУДИ отдельных предприятий, управляющей компании госкорпорации и отрасли в целом, описанных в данной статье, а также, дополнительно: высоким качеством технической поддержки и адаптации ЕИС УДИ за счет применения единого центра компетенций отраслевого оператора, агрегированием опыта и знаний, гарантированной SLA для технической поддержки СУДИ.

Экономический эффект для предприятий достигается сокращения затрат финансов и времени на внедрение и эксплуатацию СУДИ, экономический эффект для инвестора определяется инвестиционными показателями проекта. Стоимость услуг вычислена затратным методом, с использованием рыночных показателей ФОТ специалистов, стоимости лицензий, стоимости аренды ИТ-инфраструктуры.

В ходе исследования установлено, что, в части эксплуатации СУДИ обеспечивается экономия от 30 % до 61 % по сравнению с самостоятельным, локальным решением. В части затрат на внедрение экономия составляет 35%, для инвестора экономический эффект выражен в финансовых показателях: IRR=86,3 %, NPV>0 при периоде окупаемости 3 года.

Заключение

В ходе исследования предложена и обоснована организационно-техническая система сервиса СУДИ на основе архитектуры SaaS. Определены ключевые показатели эффективности СУДИ и их взаимосвязи с процессами СУДИ. Определены цели внедрения СУДИ для управляющей компании и отрасли в целом. Определены подсистемы СУДИ, позволяющие создать ЕИС УДИ госкорпорации с избыточным функционалом, достаточным для обеспечения потребностей каждого предприятия. Разработана структура типов АРМ СУДИ, определены связи типов АРМ с пулами и долями использования лицензий (на примере продуктов T-Flex PLM), связи типов АРМ с и подсистемами ролями СУДИ

Обоснован технологический и экономический эффект применения предложенной организационно-технической системы сервиса СУДИ.

Типовая организационного-техническая система сервиса системы управления данными об изделии государственной корпорации может эффективно применяться в условиях цифровой трансформации машиностроительной отрасли в Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравченко А.Н. Развитие цифровой экономики в России на основе концепции индустрии 4. // Вестник науки и образования. — 2024. — №6(149). — С. 32–38.
2. Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» от 21.07.2020 № 474 // Официальный интернет-портал правовой информации http://publication.pravo.gov.ru/ . — 2020 г. — № 0001202007210012.
3. Указ Президента Российской Федерации «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» от 28.02.2024 № 145 // Официальный интернет-портал правовой информации http://publication.pravo.gov.ru/ . — 2024 г. — № 0001202402280003.
4. Акт правительства Российской Федерации «Распоряжение Правительства Российской Федерации» от 06.06.2020 № 1512-р // Официальный интернет-портал правовой информации http://publication.pravo.gov.ru/ — 2020 г. — № 0001202006100007.
5. Акт правительства Российской Федерации «Постановление Правительства Российской Федерации «О системе управления реализацией национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»» от 02.03.2019 № 234 // Официальный интернет-портал правовой информации http://publication.pravo.gov.ru/. — 2019 г. — № 0001202006100007.
6. Доросинский Л.Г., Зверева О.М. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия. — Ульяновск: Зебра, 2016. — 243 с.
7. Как создавалась Единая информационная среда в ПАО «Туполев». Генеральный директор. Управление промышленным предприятием. 2021;11.

8. Маврина А.С., Кузнецов А.А. «Пример внедрения PLM-системы на ПАО «ОДК-УМПО» в рамках взаимодействия по проекту ПД-14» // Сборник докладов Всероссийской научной конференции «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений». — Уфа: 2018.
9. Приложение к протоколу президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности «Актуализированный Порядок организации работы индустриальных центров компетенций по замещению зарубежных отраслевых цифровых продуктов и решений, включая программно-аппаратные комплексы, в ключевых отраслях экономики» от 16 февраля 2024 № 6пр // https://digital.gov.ru/uploaded/files/poryadok-itsk-ot-16022024.pdf. — 2024
10. Система и её жизненный цикл: Введение в CALS-технологии. Учебное пособие. Погорелов В.И., Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО, 182 с. 2010.
11. Разумнков С.В. Модели поддержки принятия решений при выборе облачных ИТ-сервисов для внедрения на предприятии: дис. к.т.н. Менеджмент наук: 05.13.10. — Томск
12. Куликова И.Ю. Экономическое обоснование ИТ-инвестиций: учеб. пособие / И.Ю. Куликова, Н.В. Муравьева; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. — Владимир: Изд-во ВлГУ, 2022. — 152 с.

© Кравченко Александр Николаевич (i@an-kravchenko.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»