

Научная статья / Original article

DOI: 10.36683/2306-1758/2023-4-46/37-55

УДК 004+338.45

JEL: L15, L74, M15

Савина А. Г., Малявкина Л. И., Савин Д. А.

## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА КАК ФАКТОР ОПТИМИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

**Савина Анна Геннадьевна**

кандидат педагогических наук, доцент  
Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС  
г. Орел, Россия  
e-mail: angen1976@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-2295-4695

**Малявкина Людмила Ивановна**

доктор экономических наук, доцент  
Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС  
г. Орел, Россия  
e-mail: ludamal20@yandex.ru  
ORCID: 0000-0001-9079-5684

**Савин Денис Алексеевич**

аспирант кафедры технологии, сервиса, торгового и таможенного дела  
Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС  
г. Орел, Россия  
e-mail: denalsavin@yandex.ru  
ORCID: 0000-0001-9390-6597

**Anna G. Savina**

Candidate of Pedagogic Sciences, Associated Professor  
Central Russian Institute of Management – Branch of RANEP  
Orel, Russia  
e-mail: angen1976@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-2295-4695

**Lyudmila I. Malyavkina**

Doctor of Economic Sciences, Associated Professor  
Central Russian Institute of Management – Branch of RANEP  
Orel, Russia  
e-mail: ludamal20@yandex.ru  
ORCID: 0000-0001-9079-5684

**Denis A. Savin**

PhD student  
Central Russian Institute of Management – Branch of RANEP  
Orel, Russia  
e-mail: denalsavin@yandex.ru  
ORCID: 0000-0001-9390-6597

Внедрение систем электронного инженерно-технического и организационно-распорядительного документооборота в текущий момент рассматривается как один из эффективных инструментов цифровизации управления бизнес-процессами предприятий строительной отрасли в целях повышения их эффективности и конкурентоспособности в условиях динамично развивающегося бизнес-окружения. Потребность в построении цифровой инфраструктуры управления потоками структурированной цифровой информации об объекте капитального строительства на этапах его жизненного цикла обусловлена, прежде всего, реализуемой на государственном уровне тенденцией перехода на использование технологий информационного моделирования. Цель исследования – анализ специфики документооборота предприятий сферы архитектурно-строительного проектирования и исследование возможностей реализации процессов его цифровой трансформации на основе внедрения импортонезависимых специализированных программных продуктов отечественного производства. Проведённый анализ текущего состояния выстроенных на предприятиях корпоративных систем управления обращением проектной продукции и логистики внутреннего согласования и внешнего взаимодействия участников инвестиционно-строительных проектов выявил неэффективность и существенные недостатки традиционного формата организации документооборота. Это дало возможность сделать вывод о необходимости использования специализированного программного обеспечения управления инженерно-техническими

Introduction of the systems of electronic engineering and technical and organisational workflow is currently considered as one of the effective tools to digitalize management of business process of construction industry enterprises to increase their efficiency and competitiveness in a dynamically developing business environment. The necessity to build digital infrastructure to manage the flows of structured digital information about the capital construction object at the stages of its life cycle is primarily due to the transition trend to use information modeling technology implemented at the state level. The purpose of the study is to analyze the specifics of the workflow of enterprises in the field of architectural and construction design and to study the possibilities of implementing the processes of its digital transformation based on introduction of import-independent specialized software products of domestic production. The analysis of current state of the enterprises corporate management systems of project products circulation, internal coordination logistics and external interaction of the participants of investment and construction projects revealed inefficiency and significant shortcomings of traditional format of document management. This allowed making conclusion about the necessity to use specialized software for managing engineering and technical data, since traditional electronic document management systems and ECM systems do not allow taking into account the highlighted features. Business

данными, поскольку традиционные системы электронного документооборота и ЕСМ-системы не позволяют учесть выделенные особенности. Сформулированные в процессе исследования бизнес- и функциональные требования к системам этого класса и проведённый анализ функциональных возможностей российской системы TDMS Фарватер на соответствие этим требованиям привели к выводу о том, что цифровка процессов управления инженерно-техническими данными в рамках всеобщего тренда цифровой трансформации будет способствовать оптимизации экономической деятельности предприятия строительной отрасли за счёт сокращения издержек на документооборот и сроков исполнения инвестиционно-строительных проектов. Выделенные требования к информационной системе управления техническими данными могут быть использованы при разработке импортонезависимых программных продуктов данного класса, описание функционала TDMS Фарватер и механизмов его интеграции при построении единой информационно-технологической среды общих данных может стать методологической основой для формирования корпоративной цифровой экосистемы управления оцифрованными информационными потоками и настройки маршрутов взаимодействия и синхронизации внутреннего и внешнего документооборота в едином интерфейсе.

**Ключевые слова:** управление инженерно-техническими данными, система электронного документооборота (СЭД), проектное производство, бизнес-требования, функциональные требования, технология информационного моделирования, система управления техническими данными.

**Вклад авторов:** все авторы внесли равный вклад в проведение исследования и написание статьи; выразили согласие нести публичную ответственность за все аспекты работы, связанные с точностью или достоверностью любой части рукописи; одобрили финальную версию статьи перед публикацией.

Для цитирования: Савина А. Г., Малавкина Л. И., Савин Д. А. Цифровая трансформация инженерно-технического документооборота как фактор оптимизации экономической деятельности предприятия строительной отрасли // Экономическая среда. – 2023. – № 4 (46). – С. 37-55. – <http://dx.doi.org/10.36683/2306-1758/2023-4-46/37-55>.

and functional requirements formulated in the course of the study for the systems of this class and functionality analysis of Russian TDMS Farvater (Fairway) system for compliance with these requirements allowed to conclude that digitization of engineering and technical data management processes within the framework of the general trend of digital transformation will optimize the economic activity of construction industry enterprise by reducing the costs of document management and deadlines of investment and construction projects. The highlighted requirements for technical data management information system can be used in the development of import-independent software products of this class. The description of the TDMS Farvater (Fairway) functionality and its integration mechanisms in creating of unified information technology environment of shared data can become a methodological basis to form corporate digital ecosystem for managing digitized information flows and configuring interaction routes and synchronization of internal and external document flow in a single interface.

**Keywords:** engineering and technical data management, electronic document management system (EDMS), project production, business requirements, functional requirements, information modeling technology, technical data management system.

**Authors' contribution:** All authors contributed equally to the research and writing; agreed to be publicly responsible for all aspects of the work related to the accuracy or integrity of any part of the manuscript; approved the final version of the article before publication.

For citation: Savina A. G., Malyavkina L. I., Savin D. A. Digital Transformation of Engineering and Technical Workflow as a Factor of the Enterprise Economic Activity Optimization in Construction Industry. *Economic environment*. 2023; 4 (46): 37-55. (In Russ.). – <http://dx.doi.org/10.36683/2306-1758/2023-4-46/37-55>.

## Введение

Импортозамещение и достижение технологического суверенитета на протяжении последнего десятилетия остаются основными трендами развития российского рынка информационных систем и технологий. Цифровизация предприятий, в том числе строительной отрасли, выходит на новый уровень использования российского стека программно-аппаратного обеспечения ключевых бизнес-процессов [2]. В цифровой формат переводится не только внутренняя система документооборота, но и внешние коммуникации с контрагентами и регуляторами посредством организации единой безопасной цифровой среды обмена документами. Назначение системы электронного документооборота – обеспечение процессов создания, управления доступом и организация маршрутов движения потоков документов в электронном формате между пользователями. В процессе своего эволюционного развития данный класс программных продуктов радикально изменил представление о хранении и использовании информации в рамках бизнес-процессов организации [1; 3; 4]. Изначально СЭД рассматривалась с точки зрения изолированной системы учёта документов, предоставляя функциональные возможности по учёту и контролю исключительно организационно-распорядительной документации. Пользователями такого рода систем были работники службы документационного обеспечения (канцелярии). Однако потребность хранения в электронном виде всех производимых и потребляемых в организации данных привело к появлению систем управления корпоративной информацией класса EDMS, реализующих концепцию ЕСМ – от англ. Enterprise Content Management – управление корпоративным контентом. По сути, они представляют собой набор

технологий, используемых для реализации концепции безбумажного документооборота и интегрированного управления информационными ресурсами и цифровым контентом предприятия. Концепция ЕСМ предполагает, что в ЕСМ-инфраструктуре интегрируется множество специализированных репозиторий данных, а ЕСМ-система исполняет функции управления их содержимым в виде электронных объектов (изображений, графиков, чертежей, аудиофайлов и т. д.) в течение их жизненного цикла, включая формирование образа, работу с записями, управление содержимым и потоками работ и т. д. На смену автономным системам и хранилищам пришла концепция открытых сервисов CSP (от англ. – Content Service Platform), предполагающая построение системы управления корпоративным контентом на основе платформы и набора служб и микросервисов, использующих общие API и репозитории данных, предназначенных для управления отдельными видами контента при решении различных бизнес-задач в рамках деятельности организации. Наличие в современных СЭД Low-Code-инструментов и возможностей встраивания интеллектуальных сервисов [7] позволяют кастомизировать систему под специфику бизнес-процессов предприятия, перевести в цифровой формат документооборот по ряду специализированных направлений (например, HR-процессы) и существенно снизить трудозатраты сотрудников на выполнение рутинных операций.

Современный заказчик в процессе цифровой трансформации стремится к обеспечению бесшовных информационных потоков и формированию единой информационной культуры в масштабе всей организации. Поэтому в качестве основных критериев выбора систем электронного документооборота на современном этапе заказчики выделяют следующие [1]:

- полноту функциональности по отношению к требуемым задачам;
- трудоёмкость настройки имеющегося функционала;
- гибкость, возможность развития функционала и адаптации под специфику бизнес-процессов без привлечения программистов;
- поддержку практически полного функционала в мобильной версии приложения;
- высокую производительность, кроссплатформенность, масштабируемость, развитые сервисы для эксплуатации в корпоративной инфраструктуре;
- эргономичность, удобство интерфейса;
- возможность интеграции в уже встроенные в ИТ-ландшафт программные продукты для исполнения сценариев работы в рамках основных, обеспечивающих и управляющих бизнес-процессов предприятия;
- стоимость приобретения и владения (поиск идеального соотношения «стоимость – полнота функционала – объём решаемых бизнес-задач»);
- исполнение рекомендаций к импортонезависимости внедряемого продукта (совместимость с отечественным программным обеспечением).

В период с 2019 по 2023 год функционал систем электронного документооборота продолжал развиваться, а спрос на них – расти. При этом в большей степени спросом у предприятий пользовались ЕСМ-системы вследствие потребности обеспечения непрерывности всех бизнес-процессов и сохранности всей корпоративной документации в единой среде. Реализация стратегии импортозамещения и курса цифровой трансформации экономики на фоне обострения внешнеполитической ситуации, санкционных ограничений и ухода иностранных вендоров стали стимулом развития российского сегмента рынка СЭД/ЕСМ-систем [3; 4]. По итогам 2021 года объём национального рынка данного класса программных продуктов вырос на 10 %, достигнув отметки 64,2 млрд руб., прогнозная оценка объёма за 2023 год – 77,7 млрд руб.<sup>1</sup>. Существенное влияние на развитие функционала СЭД и показатели роста оказал фактор удалённой работы в период пандемии и стремление менеджмента предприятий обеспечить возможность удалённого подключения сотрудников к корпоративным ресурсам для продолжения функционирования предприятия. Законодательные инициативы государства в вопросах перевода различных типов контента в цифровой формат, стимулирование развития цифрового юридически значимого документооборота, развитие новых форматов электронной подписи и

<sup>1</sup> СЭД, ЕСМ, CSP. – URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/СЭД>.

т. д. обусловили активизацию проектов внедрения СЭД в различных отраслях экономики.

По результатам исследований, опубликованных на российском интернет-портале TAdviser, за период 2005-2022 гг. основными заказчиками на реализацию проектов внедрения СЭД/ЕСМ-систем являлись организации государственного сектора экономики с долей 14,3 %, на строительную отрасль пришлось 8,3 % внедрённых проектов (рисунок 1).

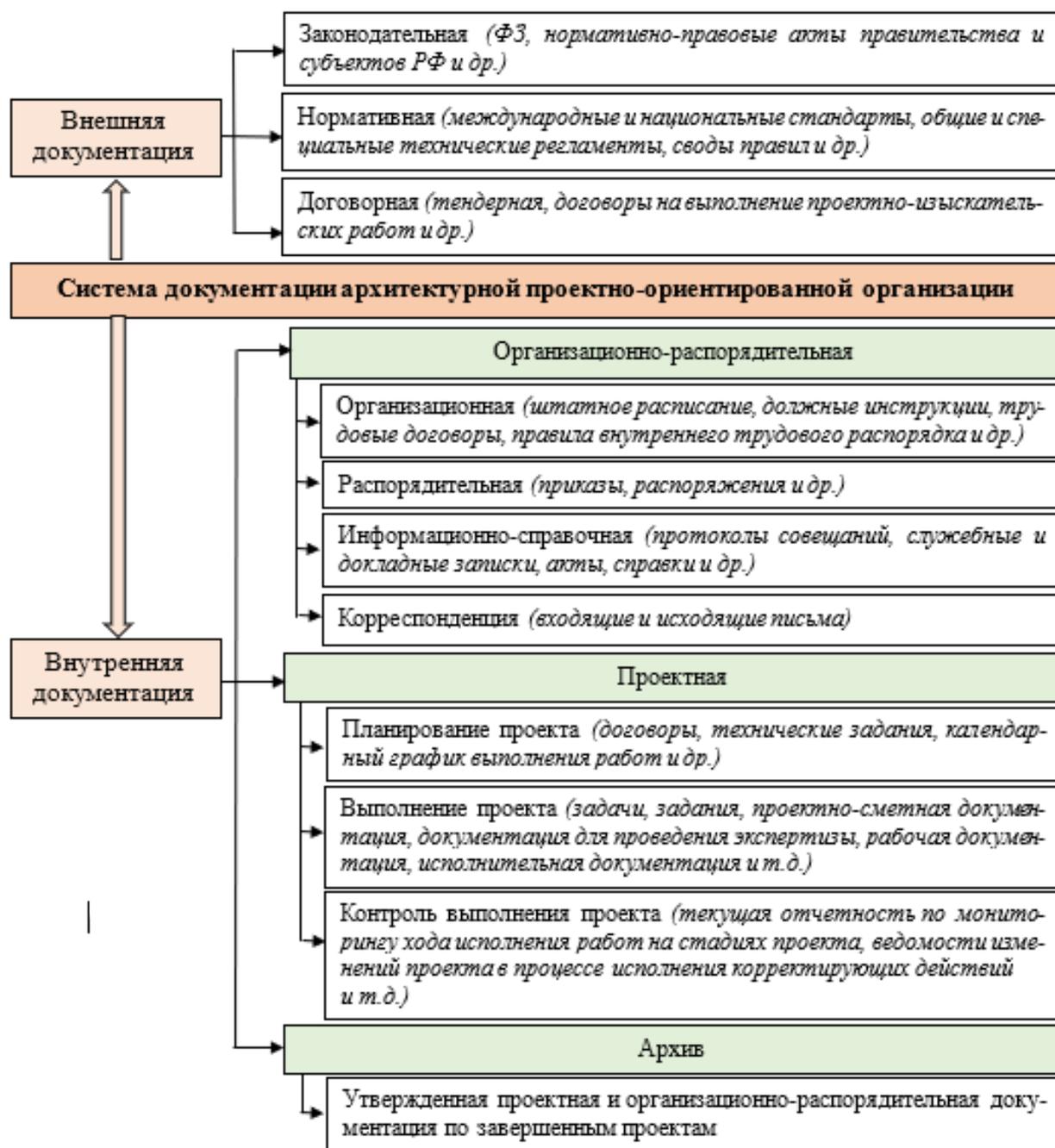


Рисунок 1 – Отраслевое распределение проектов внедрения СЭД/ЕСМ-систем за 2005-2022 гг.<sup>2</sup>

Вместе с тем функционал традиционных СЭД/ЕСМ-систем не может в полной мере удовлетворить потребности перевода в цифровой формат документооборота предприятий строительной отрасли. Сфера строительства и архитектурно-строительного проектирования характеризуется большим объёмом и сложностью документации, сопровождающей все этапы реализации инвестиционного проекта. На каждой стадии его жизненного цикла формируется большое количество основной и сопроводительной документации, которая постоянно циркулирует между участниками инвестиционно-строительной деятельности в целях дополнения, корректировки, согласования, утверждения и т. д. [5; 12]. В структуре документооборота архитектурной проектно-ориентированной организации можно выделить несколько определяющих его специфику элементов (рисунок 2).

Наряду с законодательной базой, регулирующей деятельность предприятия в зависимости от организационной формы (ОАО, ООО, ИП и др.), целый комплекс законов федерального и регионального уровня, нормативно-правовых актов правительства РФ, отраслевых стандартов и нормативов, международных и национальных стандартов, специальных технических регламентов и сводов правил регламентируют требования к формируемой в процессе проектного производства документации. Именно они определяют специфику организации внутреннего документооборота в архитектурно-проектной организации.

<sup>2</sup> СЭД в России: отраслевая специфика. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A1%D0%AD%D0%94\\_%D0%B2\\_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8:\\_%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F\\_%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%86%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A1%D0%AD%D0%94_%D0%B2_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8:_%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%86%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0).



Источник: составлено авторами

Рисунок 2 – Структура документации архитектурной проектно-ориентированной организации

Массив организационно-распорядительной документации условно можно разделить на четыре группы. Организационная предназначена для регламентирования деятельности организации, закрепления прав, обязанностей, взаимной ответственности работодателей и работников. Распорядительная – посредством приказов и распоряжений регулирует распределение задач и ответственности внутри организации. С помощью информационно-справочной осуществляется информирование о произошедших событиях и их обстоятельствах. Раздел корреспонденции содержит результаты внутренних и внешних коммуникаций.

Состав проектной документации определяется стадиями проведения проектно-исследовательских работ. На этапе планирования заключается договор, разрабатывается техническое задание, график выполнения работ и т. д. Преобладающая доля документации создаётся в процессе производства проектной продукции. При этом часть документов определяет задачи и

задания проекта, другая часть представляет собой инженерно-технические документы – элементы проектной документации, определяющей структуру объекта проектирования и регламентируемой национальными и отраслевыми стандартами.

Контроль процесса выполнения проекта осуществляется посредством периодического формирования отчётности по мониторингу хода исполнения работ на стадиях проекта, ведомостей изменений проекта в процессе исполнения корректирующих действий. Утверждённая проектная и организационно-распорядительная документация по завершённым проектам направляется в архив для хранения.

Оборот проектно-конструкторской документации является одним из важнейших компонентов организации проектных работ. Каждый этап реализации проекта характеризуется своим набором специфической документации, содержащей наряду с обычными офисными документами большой пакет инженерно-технических данных, представленных в различных форматах. Обычно под инженерно-техническим документооборотом подразумевают три компонента:

- обмен заданиями между главными инженерами проекта и проектными отделами, обмен информацией внутри структурного подразделения;
- согласование технических документов и трёхмерных моделей;
- утверждение технических документов.

В отличие от текстовых документов, проектная документация имеет значительно больший размер и формируется средствами различных специализированных приложений и высокотехнологичных инженерных решений. Файлы проектной и инженерно-технической информации представляют собой сложную систему взаимосвязанных графических и неграфических данных разных форматов. Разнообразие программных продуктов, используемых для формирования инженерно-технических и проектных данных, приводит к проблеме организации контроля их согласованности, а также необходимости обеспечения совместной работы и доступа к проектным ресурсам всех участников проектной деятельности. По данным исследований, на каждого разработчика инженерных данных в среднем приходится до 20 потребителей<sup>3</sup>. Полученный в результате итоговый массив содержит множество разделов проектной документации и инженерных данных, включая в себя информацию из различных источников в виде множества ассоциированных файлов.

В настоящий момент архитектурно-проектные организации всё ещё имеют в своем арсенале преимущественно бумажный документооборот, храня в архиве предприятия результаты проектной деятельности в формате бумажных версий утверждённой проектно-конструкторской документации [11]. Обмен документацией с заказчиком и контролирующими органами осуществляется посредством тиражирования бумажных чертежей. Недостатки бумажного документооборота для такого объёма информации очевидны:

- ограниченный срок хранения документов на бумажных носителях, вызванный естественным старением материалов вследствие физико-химических или механических процессов;
- высокий уровень трудовых и финансовых затрат на тиражирование;
- потребность в отдельном помещении, отводимом для хранения бумажных версий проектной продукции;
- трудности систематизации и поиска хранящейся в архиве документации;
- высокая вероятность потери документов;
- ограничение возможностей представления инженерно-конструкторской информации текстовым и графическим форматом (трёхмерные модели, гиперссылки, атрибуты, параметры, извлечённые другой программой, не могут быть представлены в бумажной форме);

---

<sup>3</sup> Грей, Э. Причины для внедрения системы инженерно-технического документооборота ProjectWise. – URL: <https://sapr.ru/article/23132>.

– длительные процессы согласования в смежных подразделениях и с внешними заинтересованными сторонами.

Таким образом, традиционные исторически сложившиеся системы управления бумажными документами в современных условиях не позволяют обеспечить должный уровень скорости обращения информационных потоков в проектно-ориентированной организации (таблица 1), что снижает оперативность, качество и эффективность выполнения проектных работ.

Таблица 1 – Статистика документооборота проектных организаций (по данным Siemens Business Services and IT Solutions)<sup>4</sup>

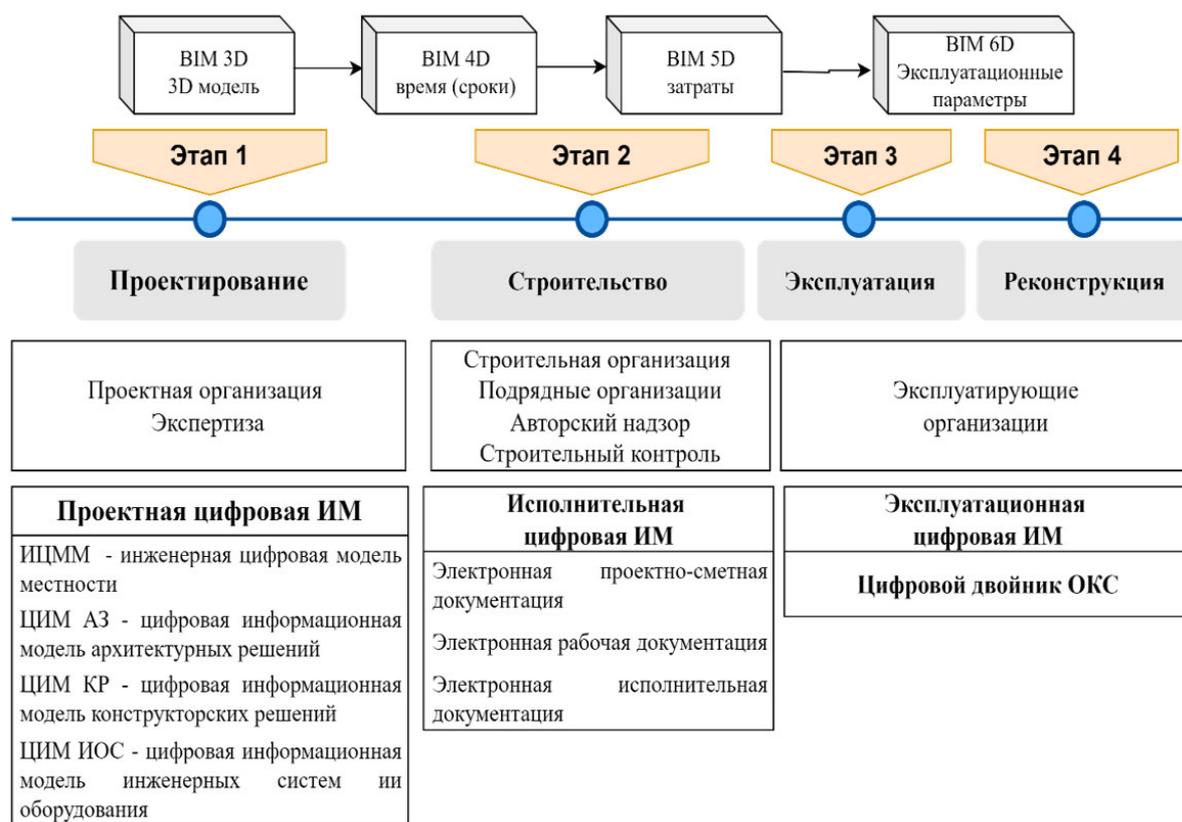
Показатели	Индикатор
Временные затраты: – на поиск и ожидание поступления документов, – на передачу документов, согласование и утверждение документов, – на передачу отчётов внутри подразделений, – на подготовку стандартных отчётов о движении документов	20 % рабочего времени 20 % рабочего времени 10 % рабочего времени 10 % рабочего времени
Безвозвратная утрата документов	6–15 % документов
Копирование внутренних документов	в среднем 17–19 раз

Кроме того, потребность в автоматизации управления системой документооборота резко возросла в связи с переходом строительной отрасли на использование технологии информационного моделирования (ТИМ). Информационное моделирование зданий (от англ. BIM – Building Information Modeling) предполагает такой подход к реализации архитектурно-строительных проектов, при котором доступ ко всей актуальной информации об объекте капитального строительства (ОКС) осуществляется посредством использования его виртуальной копии в виде интеллектуальной информационной модели. При этом информационная модель здания включает не просто набор инженерно-технических параметров. Сводная цифровая информационная модель содержит полный набор формируемых в электронной форме взаимосвязанных данных, документов и материалов, которые динамически дополняются на всех этапах жизненного цикла ОКС [13; 14; 15; 16]: архитектурно-строительного проектирования, строительства, эксплуатации и реконструкции (сноса) ОКС (рисунок 3).

Формирование и ведение информационной модели предполагает тесное взаимодействие всех участников инвестиционно-строительного цикла (проектных, строительных, эксплуатирующих организаций), постоянный обмен информацией и самими информационными моделями между ними. Это требует построения единой среды цифрового взаимодействия и системы управления инженерно-техническими (BIM 3D), экономическими (BIM 5D), временными (BIM 4D) и эксплуатационными (BIM 6D) данными на всех этапах реализации жизненного цикла объекта капитального строительства [9; 10]. Необходимость файловой передачи цифровых моделей и совместного использования взаимосвязанных данных требует не только построения единого информационно-технологического пространства (среды общих данных), но и организацию регламентированного доступа к данным, чёткое определение маршрутов согласования и процедур обмена.

Таким образом, хранение организационно-распорядительной и проектной документации в цифровом формате требует специализированного программного обеспечения – системы управления электронным документооборотом, учитывающей обозначенную специфику [6].

<sup>4</sup> Сколько вы сэкономите при переходе с бумажных документов на электронные? – URL: [https://old.eos.ru/eos\\_delopr/eos\\_delopr\\_intesting/107/30591/](https://old.eos.ru/eos_delopr/eos_delopr_intesting/107/30591/).



Источник: составлено авторами

Рисунок 3 – BIM-моделирование на этапах жизненного цикла ОКС

### Материалы и методы исследования

Концепция настоящего исследования основана на анализе процессов консолидации общего тренда цифровой трансформации российской экономики посредством перехода на импортонезависимые программные продукты отечественных разработчиков, основных тенденций цифровизации строительной отрасли на базе внедрения технологии информационного моделирования, направлений совершенствования систем электронного документооборота в целом, в том числе инженерно-технического документооборота, его интеграции в среду общих данных субъектов инвестиционно-строительной деятельности на всех этапах реализации жизненного цикла объекта капитального строительства.

В рамках исследования использованы методы логического, структурного, сравнительного, системного анализа. Для реализации цели исследования

- проведён ретроспективный анализ эволюции методологических основ и направлений развития систем электронного документооборота [1; 3; 4; 7];
- структурирована документация архитектурной проектно-ориентированной организации как объекта исследования;
- проанализированы труды отечественных и зарубежных авторов, посвящённые проблемам реализации концепции BIM в строительстве как экосистемы для интеграции автоматизированных систем инженерно-технического документооборота [6; 8; 9; 12-16];
- осуществлена идентификация бизнес- и функциональных требований к системам инженерно-технического документооборота (при традиционном формате организации проектного производства и при проектном производстве на основе BIM-технологии);
- исследованы функциональные возможности отечественных TDMS на соответствие выделенным требованиям (на примере TDMS Фарватер);
- выполнено моделирование и графическое представление результатов исследования.

**Результаты исследования и их обсуждение**

К СЭД относят системы, обеспечивающие процесс работы с электронными документами и управления ими на всех стадиях жизненного цикла (включая процессы создания, редактирования, управления доступом, обмена, поиска, классификации, конвертации, хранения и обеспечения безопасности) [8]. Однако на современном этапе их использование в проектно-ориентированных организациях сопряжено с необходимостью учёта специфики документооборота и управления инженерно-техническими данными, получаемыми как по традиционной технологии, так и с использованием технологии информационного моделирования. Результаты проведённого анализа документационного обеспечения бизнес-процессов архитектурной проектно-ориентированной организации показали, что функциональные возможности традиционных СЭД не могут учесть специфику инженерно-технического документооборота. В этой связи получила своё развитие концепция управления техническими данными TDM (от англ. Technical Data Management). Данная технология стала результатом развития организационно-технических систем PDM-класса (от англ. – Product Data Management), обеспечивающих управление информацией об изделиях, в связи с потребностью в организации управления и контроля больших объёмов инженерно-технических данных при проектировании высокотехнологичных объектов. В общем случае назначение комплексной системы управления техническим документооборотом на базе TDM-технологий состоит в интеграции структурных элементов программно-аппаратного комплекса для разработки архитектурно-проектной и инженерно-конструкторской документации. Как правило, такая система имеет в своем составе три ключевые подсистемы (рисунок 4).



Источник: составлено авторами

Рисунок 4 – Типовая структура системы управления техническими данными

В подсистему управления документами входит электронный архив хранимой на сервере информации. Подсистема управления данными содержит сведения о реализации проекта на всех стадиях его жизненного цикла и обеспечении ключевых процессов проектного управления, а также информацию об объекте проектирования (в рамках настоящего исследования предполагается объект капитального строительства). Модуль маршрутизации документов и работ обеспечивает возможность организации горизонтального взаимодействия внутри проектных групп, а также вертикального документооборота в целях согласования, утверждения проектной документации. Благодаря такому разделению на подсистемы TDMS поддерживает функции разграничения прав доступа и защиты документов, протоколирования действий пользователей, сохранения маршрутов прохождения документов. В дополнение к требованиям, предъявляемым заказчиком для традиционных систем документооборота, в TDMS-системах должны быть учтены специализированные требования для технического документооборота инженерных данных:

– высокая степень интеграции с большим количеством источников данных (трёхмерные и двумерные средства автоматизированного проектирования, BIM-инструменты, расчётные пакеты, текстовые редакторы и др.);

- поддержка процессов разработки проектно-сметной и рабочей документации по российским стандартам;
- наличие шаблонов: так как требования к структуре и содержанию большей части проектной, сметной и инженерно-конструкторской документации регламентированы соответствующими нормативными документами, то система должна содержать типовые шаблоны и формы документов;
- обеспечение работы с большими массивами инженерных данных и поддержка системы структурированного хранения документации, полученной посредством сканирования бумажных версий (при традиционном подходе к разработке проектно-сметной документации (ПСД));
- поддержка основных групп процессов управления проектными данными на стадиях жизненного цикла;
- система должна соответствовать требованиям к архивному хранению и учёту ПСД (формирование реестра проектов, информационные срезы по каждому проекту, учёт изменений и т. д.);
- обеспечение централизованного хранения организационно-распорядительной и проектно-сметной документации в единой среде, разграничение прав доступа, автоматизированный поиск, обмен информацией;
- возможность развертывания в файловой системе предприятия среды общих данных для каждого BIM-проекта и обеспечение удобного доступа к ней, в том числе через веб-интерфейс;
- поддержка совместной работы распределённых проектных групп и организация совместного доступа к структурным элементам BIM-модели с контролем версионности файлов в среде общих данных;
- возможность объединения компонентов информационной модели, созданных в различных BIM-продуктах, и работа с комплексной моделью в единой среде.

В современных условиях одним из важнейших критериев выбора систем управления инженерными данными является принадлежность к отечественному программному обеспечению, которая подтверждается наличием соответствующей регистрационной записи в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. На момент проведения исследования в реестре российского программного обеспечения представлено несколько программных продуктов для организации инженерного документооборота и управления для проектных институтов, застройщиков и строительных компаний. Это система управления проектно-сметной документацией Vitro-CAD, разработанная ООО «Витро Софт», система управления проектированием Pilot-ICE (ООО «Аскон-системы проектирования»), TDMS Фарватер (ООО «Магма-Компьютер»)<sup>5</sup>. Все они имеют примерно одинаковый функционал, поэтому выбор системы электронного технического документооборота следует осуществлять с учётом имеющего ИТ-ландшафта предприятия, в который она должна быть интегрирована.

Бизнес-требования к автоматизированным системам управления техническими данными позволяют определить целевые показатели использования прикладного решения и выделить основные направления совершенствования ИТ-инфраструктуры предприятия (таблица 2).

Потенциальными пользователями автоматизированной системы управления техническими данными при традиционном формате её организации должны стать все участники проектной деятельности, а в случае перехода на использование BIM-технологии должна быть предусмотрена возможность подключения к среде общих данных всех заинтересованных сторон инвестиционно-строительной деятельности (в том числе заказчика, застройщика, строительной подрядной организации, контролирующих органов). Поэтому при формулировании функциональных требований должны учитываться потребности в автоматизации функций

---

<sup>5</sup> Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. – URL: <https://reestr.digital.gov.ru/>.

всех потенциальных пользователей прикладного решения и выполняемых ими задач. Сформированные в процессе исследования функциональные требования приведены в таблице 3.

Таблица 2 – Бизнес-требования к автоматизированной системе управления техническими данными

	Описание бизнес-требования
B1	Повышение эффективности основного бизнес-процесса
B2	Автоматизация системы управления электронным документооборотом при производстве проектной продукции
B3	Создание единой распределённой корпоративной системы управления техническими данными
B4	Организация единой среды взаимодействия участников проектной деятельности и автоматизация коммуникаций в рамках проекта
B5	Организация электронного архива проектной документации по каждому реализованному проекту и электронного реестра выполненных проектов
B6	Организация коммуникационного взаимодействия в единой среде в режиме онлайн
B7	Выбор программного продукта должен быть осуществлён из Единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных с учётом потребности его интеграции с используемыми на предприятии автоматизированными средствами инженерных расчётов и проектирования

Источник: составлено авторами

Таблица 3 – Функциональные требования к автоматизированной системе управления техническими данными

Функциональное требование	Описание функционального требования: «Система должна ...»	
<i>при традиционном формате организации проектного производства</i>		
F1. Проектное управление	F1.1	поддерживать все основные группы процессов проектного управления
	F1.2	обеспечивать формирование единой среды внешнего и внутреннего организационно-распорядительного документооборота
	F1.3	обеспечивать формирование единой среды проектного документооборота
	F1.4	обеспечивать мониторинг и контроль исполнения проектных работ в соответствии с календарным графиком
F2. Разработка проектной документации	F2.1	автоматизировать разработку разделов проектной документации посредством применения шаблонов основных видов документов и работ, реализуемых в соответствии с отечественными стандартами и требованиями к проектной и рабочей документации
	F2.2	поддерживать версиюность организационно-управленческих и проектных документов, обеспечивая работу пользователей с их актуальными версиями
	F2.3	обеспечивать интеграцию с используемыми САД-системами, системами инженерных расчётов и моделирования
	F2.4	организовывать движение инженерно-технической документации, формировать маршруты движения данных и контролировать информационные потоки

F3. Доступ к данным	F3.1	обеспечивать авторизированный многопользовательский доступ к данным посредством личного профиля
	F3.2	обеспечивать разделение прав доступа к данным по конкретному проекту только участникам команды проекта
	F3.3	обеспечивать быстрый и безопасный доступ пользователей к информации, в том числе через WEB-интерфейс
F4. Хранение проектных данных	F4.1	обеспечивать автоматический перенос завершённых частей проекта в электронный архив
	F4.2	формировать единый электронный реестр выполненных проектов
<i>при проектном производстве на основе BIM-технологии</i>		
F5. Поддержка технологии информационного моделирования	F5.1	поддерживать разработку проектной документации в соответствии с технологией информационного моделирования
	F5.2	обеспечивать создание информационной модели и её декомпозицию в виде файловой структуры, интегрированной с соответствующей BIM-программой
	F5.3	содержать готовые шаблоны развертывания проектов по BIM-технологии, текстов графических компонентов информационной модели
	F5.4	реализовывать интеграцию с программными продуктами разработки компонентов информационной модели на основании концепции OPEN BIM
	F5.5	поддерживать публикацию информационной модели в формате IFC для проведения её экспертизы
	F5.6	автоматизировать функции BIM-менеджеров и BIM-координаторов по управлению и координации работ на этапах жизненного цикла объекта капитального строительства
	F5.7	организовывать работу пользователей с компонентами BIM-модели в среде общих данных

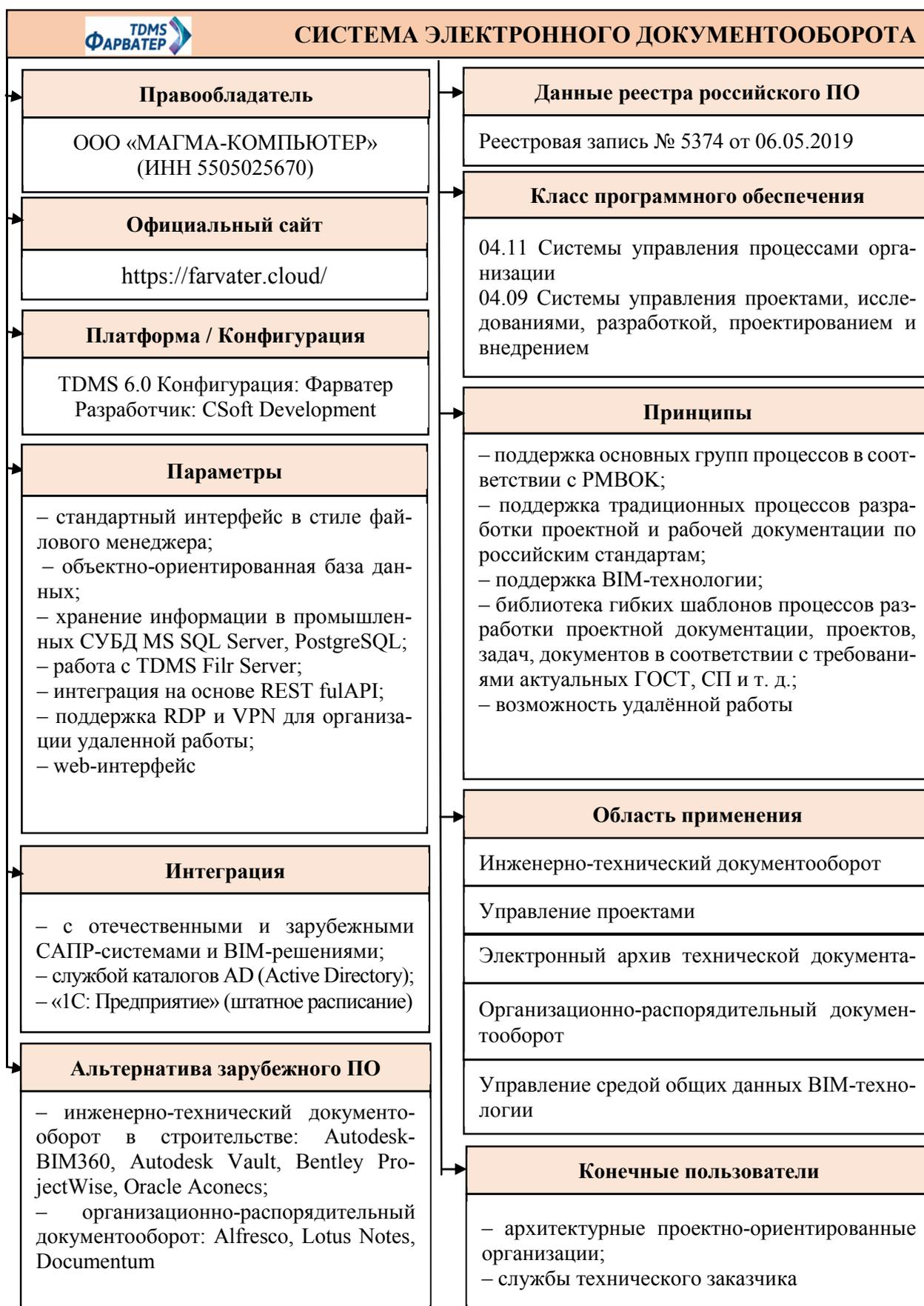
Источник: составлено авторами

Кроме того, система должна обеспечивать организацию электронного организационно-распорядительного и технического документооборота в масштабе всей проектно-ориентированной организации, ведущей параллельную разработку проектной продукции по множеству проектов одновременно. Сформированные бизнес-требования и функциональные требования к программному продукту являются критериями, на основании которых необходимо реализовать выбор оптимального решения из представленного на рынке отечественного программного обеспечения.

Поскольку функционал представленных в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных не имеет принципиальных отличий, для проведения дальнейшего анализа на соответствие выделенным бизнес- и функциональным требованиям в рамках данного исследования выбран TDMS Фарватер, основные сведения о котором представлены на рисунке 5.

TDMS (Technical Data Management System) – это система, предназначенная для автоматизации технического и организационно-распорядительного документооборота на предприятиях, работающих в области архитектурно-строительного проектирования и строительства. Архитектура платформы TDMS позволяет разворачивать территориально распределённые системы, объединяя работу как связанных, так и обособленных подразделений. TDMS Фарватер базируется на фундаментальном стандарте PMBoK (Project Management Body of Knowledge)<sup>6</sup> в его актуальной редакции от 2013 года, который предлагает общепризнанную методiku и подходы к организации проектного управления [10].

<sup>6</sup> Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK). – URL: <http://amac.md/Biblioteca/data/26/03/Projects/Svod.pdf>.



Источник: составлено авторами на основании Единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных

Рисунок 5 – Концепция TDMS Фарватер

Реализуя ключевые принципы РМВоК, TDMS Фарватер учитывает исторически сложившуюся специфику организации архитектурно-строительного проектирования и проведения проектно-изыскательских работ, а также особенности инвестиционно-строительной деятельности<sup>7</sup>. По сути, конфигурация TDMS представляет собой программную надстройку на одноимённой платформе, настроенную в соответствии с принятыми в РМВоК процессами проектного управления: инициализация и планирование проекта, организация проекта и контроль хода его исполнения, а также процессы завершения проектных работ. Конфигурация поддерживает ключевые стадии создания проектной документации, в систему управления заложены шаблоны типовых действий, задач и структурных элементов проекта, используемых российскими проектировщиками. Это позволяет поддерживать все основные группы процессов проектного управления (F1.1). Таким образом, в системе предусмотрена возможность реализации всех процессов, необходимых архитектурной проектно-ориентированной организации для подготовки, разработки, выпуска, хранения проектно-сметной и рабочей документации.

Для реализации основного бизнес-процесса проектно-ориентированной организации в TDMS Фарватер предусмотрена технологическая схема разработки проектной продукции в соответствии с требованиями национальных отраслевых стандартов и сводов правил к составу, структуре и содержанию проектной и рабочей документации. В TDMS Фарватер включены не только готовые шаблоны для развертывания проекта, но и шаблонные задания и шаблоны типовых проектных документов, обязательных к разработке в процессе проектного производства (F2.1).

Ключевую роль в реализации проектного управления выполняет главный инженер проекта. Именно он регистрирует проект в системе и создаёт его структуру на основании ГОСТ Р 21.1101-2013<sup>8</sup>, формирует календарный график и назначает подразделение или сотрудников, ответственных за разработку того или иного раздела. После запуска разделов в работу исполнители принимают автоматически поступившие задания от ГИПа и приступают к их реализации, отмечая ежедневно фактический уровень трудозатрат и процент готовности решаемой задачи. Процент готовности работ верхнего уровня рассчитывается автоматически на основании усреднённых значений процентов готовности нижележащих значений. Это позволяет обеспечивать мониторинг и контроль исполнения проектных работ в соответствии с календарным графиком (F1.4). В системе предусмотрено формирование отчётов по загруженности ресурсов в разрезе отдельного сотрудника, проектной группы, отдела, отчёты по соответствию сроков выполнения работ как по отдельному проекту или его части, так и по реализуемому портфелю проектов. При этом конфигурация поддерживает многоуровневую систему контроля ГИП – начальник отдела – начальник группы – исполнитель. В конце рабочего дня исполнитель сохраняет в системе обновлённые версии проектной документации, внесенные изменения регистрируются в автоматически формируемой ведомости.

В целях организации единой среды организационно-распорядительного и проектного документооборота (F1.2 и F1.3) и обеспечения архивного хранения проектных данных (F4.1 и F4.2) в TDMS Фарватер выделены три подсистемы (рисунок 6).

Модуль ОРД предназначен для формирования, учёта и временного хранения организационно-распорядительной документации (приказов, распоряжений и т. д.). Кроме этого, в подсистеме организована работа с входящей и исходящей корреспонденцией по каждому проекту. Отличительной особенностью TDMS Фарватер от традиционных СЭД является возможность привязки корреспонденции (включая переписку с заказчиком) и распорядительной документации к карточке конкретного проекта.

---

<sup>7</sup> Официальный сайт ООО «Магма Компьютер». – URL: <https://mcad.ru/#tab345462531>.

<sup>8</sup> ГОСТ Р 21.1101-2013. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации.



Источник: составлено авторами

Рисунок 6 – Подсистемы организации документационного обеспечения TDMS Фарватер

Весь комплект инженерно-технической и проектной документации располагается в модуле технического документооборота. Структура проекта представлена в конфигурации как система файлового хранилища, в котором роль папок исполняют документы-контейнеры – информационные объекты, хранящие файлы различных типов (текстовые, графические, файлы-чертежи и т. д.). Каждый документ имеет набор атрибутов, позволяющих отслеживать версию и обеспечивать работу пользователей с актуальными версиями (F2.2). Интеграция со специализированными программными продуктами позволяет ответственному исполнителю открывать и редактировать выбранный файл в соответствующей программе (F2.3). В момент редактирования документ в базе данных TDMS Фарватер блокируется для изменения другими пользователями, но остаётся доступным для просмотра. После сохранения обновлённого файла в базе данных возможность работы с документом становится доступной другим пользователям в соответствии с реализуемым процессом и настроенными правами доступа (F3.2). Для организации процедуры обмена данными в рамках проектного производства предусмотрен механизм внешних ссылок, с помощью которого реализуется движение инженерно-технической документации по заранее сформированным маршрутам движения данных и осуществляется контроль информационных потоков (F2.4).

Комплект утверждённой документации по каждому проекту, упорядоченный по разделам и очищенный от временных файлов, переносится в электронный архив в заранее созданный специалистом шаблон (F4.1). В процессе работы с множеством проектов в модуле электронных архивных данных постепенно формируется единый электронный реестр выполненных проектов и организуется единое пространство хранения проектных данных в электронном формате (F4.2). При этом масштабируемость системы предполагает сохранение работоспособности при неограниченном увеличении количества проектов, пользователей системы и объёма формируемой документации.

Настройка ролевого доступа к инженерно-техническим, проектным данным и организационно-распорядительной документации для различных категорий пользователей TDMS Фарватер обеспечивает должный уровень защиты документации и позволяет протоколировать действия пользователей при продвижении документа по заданному маршруту. Кроме того, механизм RESTful API позволяет не только настроить интеграцию с CAD-системами, но и организовать коммуникационное взаимодействие с заказчиком (рисунок 7).

В каждой организации (проектировщика и заказчика) формируется своя база данных TDMS Фарватер, свой сервер и с помощью механизма RESTful API настраивается обмен данными между ними.

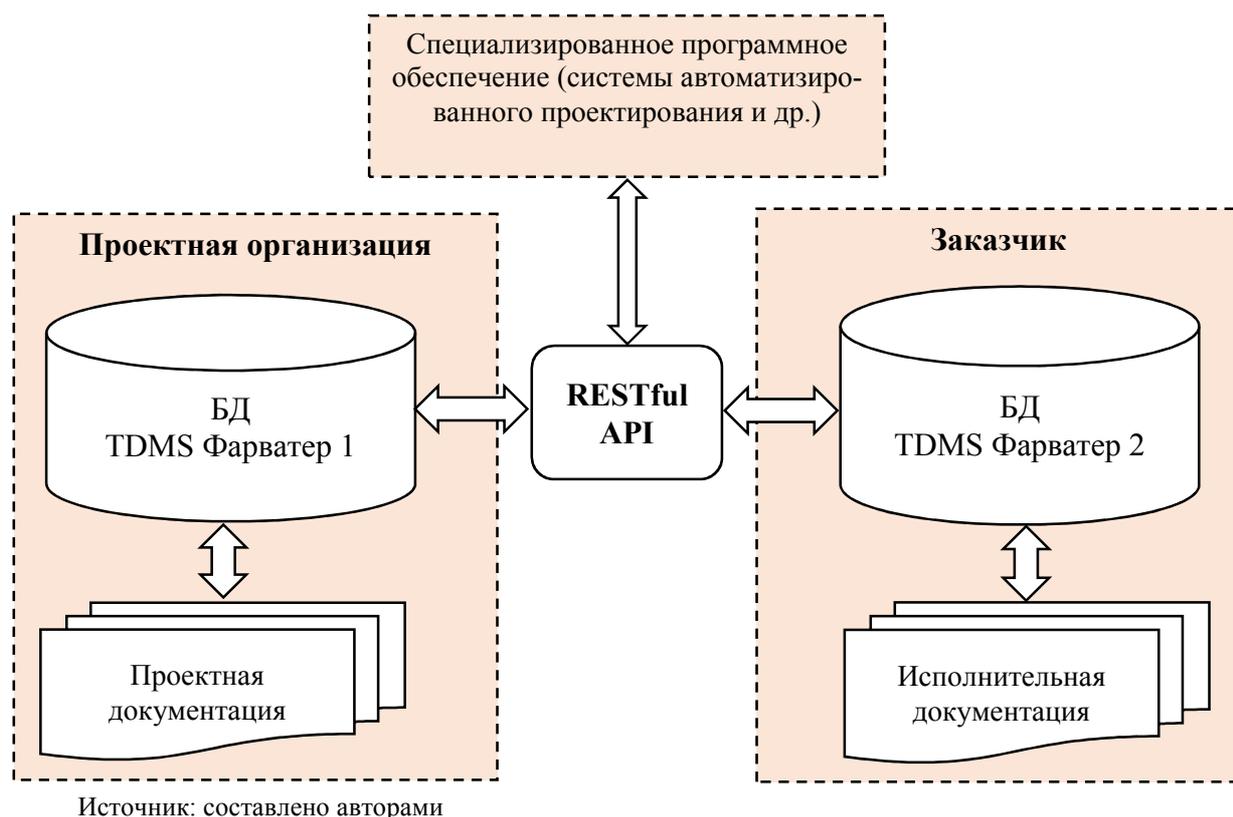


Рисунок 7 – Механизм интеграции TDMS Фарватер

Инструментарий и функциональные возможности TDMS Фарватер могут быть использованы для эффективной организации бизнес-процессов участников инвестиционно-строительной деятельности, работающих по BIM-технологии. В системе представлен функционал, автоматизирующий задачи BIM-менеджеров и BIM-координаторов по управлению и координации работ на этапах жизненного цикла объекта капитального строительства (F5.6), а также техническая реализация управления средой общих данных (СОД) (англ. CDE – Common Data Environment) (F5.7).

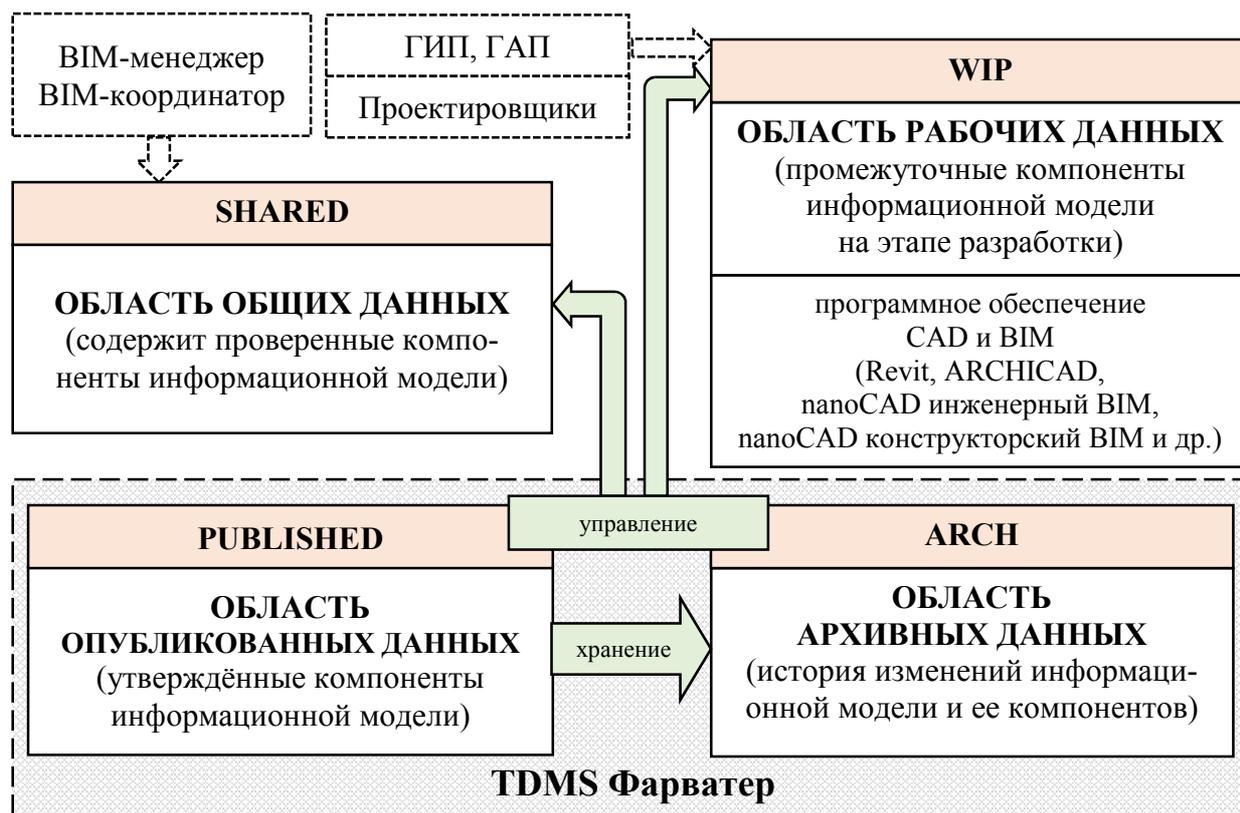
Совместная работа над BIM-моделью в среде общих данных организована на основании регламентов международных стандартов BS 1192: 2007 и A2: 2016<sup>9</sup>, а также с учётом ГОСТов<sup>10</sup>, официальных сводов правил<sup>11</sup> и методик<sup>12</sup>, которые в текущий момент являются общепринятыми в среде российских пользователей технологии информационного моделирования (F5.1). Процесс взаимодействия в ходе архитектурного проектирования по BIM-технологии с использованием TDMS Фарватер поддерживается в четырёх согласованных областях работы с данными и компонентами информационной модели: область рабочих данных (WIP), область общих данных (SHARED), область опубликованных данных (PUBLISHED), область архивных данных (ARCH) (рисунок 8).

<sup>9</sup> Широкова, М. BS 1192: 2007 + A2: 2016. Совместное производство архитектурной, инженерной и строительной информации - Свод правил. – URL: [https://www.academia.edu/37644684/BS\\_1192\\_1\\_A2\\_2016\\_Совместное\\_производство\\_архитектурной\\_инженерной\\_и\\_строительной\\_информации\\_Свод\\_правил](https://www.academia.edu/37644684/BS_1192_1_A2_2016_Совместное_производство_архитектурной_инженерной_и_строительной_информации_Свод_правил).

<sup>10</sup> ГОСТ Р 10.0.03-2019 / ИСО 29481-1:2016. Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Информационное моделирование в строительстве. Справочник по обмену информацией. Часть 1. Методология и формат.

<sup>11</sup> СП 331.1325800.2017. Свод правил. Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах.

<sup>12</sup> Allplan 2017. BIM-стандарт организации Версия 1.0. – URL: <https://allbau-software.de/phocadownload/BIM%20-%20standart%201.0.pdf>.



Источник: составлено авторами

Рисунок 8 – Организация взаимодействия в среде общих данных

Область рабочих и общих данных представляет собой компоненты файловой системы, расположенные вне TDMS Фарватер, с которыми программный комплекс имеет интеграционное взаимодействие, организованное с использованием RESTfulAPI. Изначально ГИП создает в дереве объектов контейнер соответствующего BIM-проекта со стадией «Информационная модель», его структура настраивается в зависимости от сложности комплексной информационной модели объекта. По окончании формирования перечня BIM-работ, календарного планирования и назначения ответственных и маршрутов согласования BIM-менеджер реализует развёртывание файлового дерева BIM-проекта и в каждой из областей работы с данными создаёт файлы для хранения информации по данному проекту.

В конфигурации представлены готовые шаблоны развертывания проектов по BIM-технологии, тексты графических компонентов информационной модели (F5.3). После декомпозиции компонентов информационной модели проектировщики разрабатывают закреплённые за ними элементы информационной модели в области рабочих данных (WIP). В качестве инструментальных средств разработки могут быть использованы программные продукты, поддерживающие технологию информационного моделирования (Revit, ARCHICAD, nanoCAD инженерный BIM, nanoCAD конструкторский BIM и др.) (F5.2). Интеграция с программными продуктами разработки компонентов информационной модели реализована на основании концепции OPEN BIM (F5.4). Когда разработка определённого компонента BIM-модели завершена, его статус изменяется на «готов», и BIM-менеджер проводит обязательные регламентные действия – перенос элемента информационной модели в SHARED.

Все участники процесса проектирования информируются об изменении элемента BIM-модели и его доступности для согласования. Согласованные компоненты переводятся в единый формат IFC и публикуются для проведения экспертизы, выдачи заказчику и т. д. в области PUBLISHED (F5.5). Все истории изменений информационной модели и её компонентов с указанием версионности файлов хранятся в архиве (модуле ARCH TDMS Фарватер). В результате интеграция TDMS Фарватер со специализированным программным обеспечением и регламен-

тация процессов согласования и обмена данными позволяют организовать единое информационно-технологическое пространство и среду общих данных по каждому реализуемому проекту.

Завершённая проектная модель переводится в строительную, интеграция с БД TDMS Фарватер строительной или субподрядной организацией позволяет отслеживать готовность объекта капитального строительства (авторский надзор и строительный контроль) и реализовать совместный доступ к BIM-модели всех заинтересованных сторон.

Таким образом, проведённый анализ функциональных возможностей TDMS Фарватер демонстрирует, что успешное внедрение программного продукта в архитектурной проектно-ориентированной организации позволит автоматизировать систему управления электронным документооборотом при производстве проектной продукции (B2) посредством создания единой распределённой корпоративной системы управления техническими данными (B3), организовать единую среду взаимодействия участников проектной деятельности и автоматизировать коммуникации в рамках проекта (B4), решить проблему хранения результатов проектного производства в электронном архиве проектной документации (B5). Все указанные преимущества внедрения будут способствовать повышению эффективности основного бизнес-процесса по выполнению проектно-изыскательских работ.

### **Заключение**

Проведённое исследование показало, что развитие методологий систем управления электронным документооборотом стало основой разработки современных прикладных решений, обеспечивающих реализацию концепции безбумажного документооборота и интегрированного управления информационными ресурсами и корпоративным цифровым контентом, организацию бесшовных информационных потоков и формирование единой информационной культуры организации. Наличие специализированных инструментов и сервисов даёт возможность адаптировать систему с учётом особенностей бизнес-процессов предприятий, а также перевести в цифровой формат документооборот по ряду специализированных направлений. Системы управления класса TDMS разработаны с учётом специфики организации инженерно-технического документооборота, содержат готовые шаблоны документации для сферы архитектурно-строительного проектирования, соответствующие требованиям национальных отраслевых стандартов, поддерживают методику проектного управления, имеют возможность интеграции с используемыми на предприятии средствами разработки проектной продукции, в том числе на основе BIM-технологии. Результаты проведённого анализа подтвердили соответствие функционала отечественных TDMS-систем требованиям к программным продуктам рассматриваемого класса и целесообразность их использования в целях оптимизации организационно-распорядительного и инженерно-технического документооборота и повышения эффективности деятельности предприятия за счёт сокращения издержек на документооборот и сроков реализации инвестиционно-строительных проектов.

Разработанная система бизнес- и функциональных требований к автоматизированным системам инженерно-технического документооборота и рассмотренная методика проверки соответствия прикладного решения этим требованиям могут быть использованы на практике при выборе оптимального программного продукта класса TDMS для организации документооборота предприятий строительной отрасли.

### **Список источников:**

1. Власова, Л. А. Проблема выбора СЭД для предприятий / Л. А. Власова // Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права. – 2020. – № 1-2(102-103). – С. 88-98. – DOI 10.38161/2618-9526-2020-1-2-30. – EDN CCHCXS.
2. Восковых, К. А. Особенности цифровизации в строительной отрасли как важный фактор ее устойчивого развития / К. А. Восковых // Бюллетень науки и практики. – 2021. – Т. 7, № 12. – С. 169-174. – DOI 10.33619/2414-2948/73/23. – EDN GJPIPY.
3. Есипова, О. В. Особенности мирового и российского рынков СЭД / О. В. Есипова, И. Е. Красносельцева // Вектор экономики. – 2019. – № 12(42). – С. 38. – EDN LDCOTI.

4. Иванов, К. В. Современный рынок СЭД и ЕСМ - систем в России: обзор и прогнозы / К. В. Иванов // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Материалы XII Международной научно-практической конференции, Владикавказ, 08–10 декабря 2022 года. – Владикавказ: Веста, 2022. – С. 40-43. – EDN ХНРХКВ.
5. Казакова, О. А. Процесс согласования ПСД в строительной отрасли / О. А. Казакова // Сметно-договорная работа в строительстве. – 2019. – № 5. – С. 26-32. – EDN YIKABD.
6. Малявкина, Л. И. Проблемы информационно-технологического обеспечения реализации BIM-концепции / Л. И. Малявкина, А. Г. Савина, Д. А. Савин // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2023. – Т. 50, № 1. – С. 99-113. – DOI 10.21822/2073-6185-2023-50-1-99-113. – EDN GUYGQX.
7. Мирошник, А. Е. Искусственный интеллект в СЭД / А. Е. Мирошник, М. В. Перова // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 72-1. – С. 80-84. – DOI 10.18411/lj-04-2021-17. – EDN SUEQSC.
8. Муравьева, Н. В. Интеграция СЭД в информационную инфраструктуру организации: задачи, проблемы, решения / Н. В. Муравьева, Д. А. Перунов // Устойчивое развитие управленческих систем: аспекты управления персоналом и цифровизации : сборник трудов международной научно-практической конференции, Владимир, 03 декабря 2021 года. – Владимир: Атлас, 2022. – С. 230-234. – EDN OLMTNQ.
9. Савина, А. Г. Теоретико-методологические основы построения цифровой инфраструктуры управления объектами капитального строительства на базе BIM / А. Г. Савина, Л. И. Малявкина, Д. А. Савин // Russian Journal of Economics and Law. – 2023. – Т. 17, № 1. – С. 90-109. – DOI 10.21202/2782-2923.2023.1.90-109. – EDN QYKYOC.
10. Смирнов, Д. Информационный BIM-менеджмент в соответствии с ISO 19650 / Д. Смирнов // Путевой навигатор. – 2022. – № 50(76). – С. 24-29. – EDN CLNPBK.
11. Фахратов, М. А. Организация документооборота в строительном производстве / М. А. Фахратов, М. Халил // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования - 2021 : Сборник докладов Второй Национальной научной конференции, Москва, 08 декабря 2021 года. – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2022. – С. 873-877. – EDN YINTLR.
12. Царева, А. Ю. Современное состояние и перспективы внедрения СЭД / А. Ю. Царева, Е. В. Лукина // Фундаментальные и прикладные аспекты глобализации экономики : Тезисы докладов и выступлений IV Международной научно-практической конференции молодых ученых, Донецк, 15–16 марта 2023 года / Под общей редакцией Л.И. Дмитриченко. – Донецк: Донецкий национальный университет, 2023. – С. 344-346. – EDN CTKESV.
13. Exploring the Influence of Risks in BIM Implementation: A Review Exploring BIM Critical Success Factors and BIM Implementation Phases / T. F. Silva [et al] // The Journal of Modern Project Management. – 2021. – No. 8. – Pp. 125-135.
14. BIM-Based Research Framework for Sustainable Building Projects: A Strategy for Mitigating BIM Implementation Barriers / B. Manzoor [et al] // Applied Sciences. – 2021. – No. 11. – P. 5397.
15. Silka, D. N. Cost management technologies for construction projects in the context of introduction of information modelling / D. N. Silka, N. A. Burlutsky // Real Estate: Economics, Management. – 2022. – No. 2. – P. 23-28. – EDN FWITKU.
16. Oparina, L. A. Application of information modelling technologies for construction time management / L. A. Oparina // Smart Composite in Construction. – 2021. – Vol. 2, No. 2. – P. 48-55. – DOI 10.52957/27821919\_2021\_2\_48. – EDN KNJPRX.

*Статья поступила в редакцию / Received: 17.11.2023*

*Принята к публикации / Accepted: 04.12.2023*

*Дата выхода в свет / Date of publication: 29.12.2023*