

УДК 004.942

<http://doi.org/10.18799/29495407/2026/1/115>

Шифр специальности ВАК: 2.3.1, 2.3.3

Научная статья



Разработка и программная реализация модели формирования набора данных для системы принятия технических решений при проектировании объектов обустройства нефтегазовых месторождений

А.О. Сапунов✉

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Российская Федерация, г. Томск,
ООО РН-Проектирование Добыча, Российская Федерация, г. Томск*

✉SapunovAO@rn-pd.rosneft.ru

Аннотация. Рассматривается модель системы сбора, предобработки, структурирования и хранения данных, предназначенная для последующего их применения в системе принятия технических решений в процессе проектирования объектов строительства. В качестве основного источника данных, в рамках данной работы, выступает информационная система «CADLib Модель и Архив», имеющая реляционную структуру организации данных. Предлагаемая модель основывается на циклическом обходе баз данных проектов со сбором сведений о принятых в них технических решениях с последующим их распределением на три группы данных: характеристики проекта, сведения о трехмерных моделях в нем и их параметрах. Такой подход позволяет систематизировать накопленный опыт проектирования в пределах конкретной информационной среды и применять его для автоматизации рабочих процессов.

Ключевые слова: информационные системы, моделирование, проектирование, информационное моделирование, автоматизация

Для цитирования: Сапунов А.О. Разработка и программная реализация модели формирования набора данных для системы принятия технических решений при проектировании объектов обустройства нефтегазовых месторождений. *Известия Томского политехнического университета. Промышленная кибернетика*, 2026, Т. 4, № 1, С. 7–14. <http://doi.org/10.18799/29495407/2026/1/115>

UDC 004.942

<http://doi.org/10.18799/29495407/2026/1/115>

Scientific paper

Development and software implementation of a model to form a data set for a technical decision-making system in the design of facilities for the arrangement of oil and gas fields

A.O. Sapunov✉

*Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, Russian Federation
RN-Upstream Design, Tomsk, Russian Federation*

✉SapunovAO@rn-pd.rosneft.ru

Abstract. The paper considers the model of a data collection, preprocessing, structuring, and storage system, intended for their subsequent application in a technical decision-making system during the design of construction facilities. The main data source in the framework of this work is the CADLib Model and Archive information system, which has a relational data organization structure. The proposed model is based on a cyclical search of project databases with the collection of information about the technical solutions adopted in them, followed by their distribution into three groups of data: project characteristics, information about three-dimensional models in it and their parameters. This approach allows us to systematize the accumulated design experience within a specific information environment and apply it to automate work processes.

Keywords: information systems, modeling, design, information modeling, automation

For citation: Sapunov A.O. Development and software implementation of a model to form a data set for a technical decision-making system in the design of facilities for the arrangement of oil and gas fields. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Industrial Cybernetics*, 2026, vol. 4, no. 1, pp. 7–14. <http://doi.org/10.18799/29495407/2026/1/115>

Введение

Проектирование объектов обустройства нефтяных месторождений является сложным и многоэтапным процессом, который требует комплексного подхода и участия специалистов различных направлений. В ходе разработки проектной документации необходимо учитывать широкий спектр факторов, таких как: геологические условия месторождения, требования промышленной безопасности, экологические ограничения, а также экономическую эффективность принимаемых решений. Каждый из этих факторов оказывает существенное влияние на выбор оптимальных технических решений.

На различных этапах проектирования специалисты сталкиваются с необходимостью анализа большого объёма исходных данных и выполнения значительного количества инженерных расчётов. Кроме того, требуется учитывать нормативные документы, отраслевые стандарты и накопленный практический опыт реализации аналогичных проектов. В результате процесс проектирования становится трудоёмким и требует значительных временных и интеллектуальных затрат. Нередко специалистам приходится рассматривать несколько альтернативных вариантов реализации технических решений, сравнивая их по различным критериям.

В числе актуальных задач в области проектирования стоит достижение эффективного выполнения технических решений за счёт накопления и использования опыта при решении аналогичных задач. По состоянию на данный момент методы проектирования зачастую не предусматривают необходимости быстро искать и использовать аналогичные решения, адаптируя их к новым условиям. На практике это означает, что даже при наличии ранее разработанных и успешно реализованных технических решений специалисты могут не иметь информации об их существовании или возможности оперативно их найти. В результате многие решения создаются заново, что приводит к дублированию данных, увеличению трудозатрат и снижению общей эффективности проектных работ. Кроме того, повторное

проектирование одних и тех же элементов может приводить к несогласованности подходов и различиям в технических решениях, что усложняет последующую эксплуатацию объектов.

В связи с указанными проблемами актуальной становится задача разработки специализированного программного обеспечения, предназначенного для накопления, систематизации и анализа информации, используемой при принятии технических решений в процессе проектирования объектов обустройства нефтяных месторождений. Такая система должна обеспечивать сбор, обработку и хранение информации о ранее реализованных проектах.

Реализация подобного программного решения способна существенно повысить эффективность деятельности проектных организаций. Использование накопленных знаний позволит снизить количество повторяющихся операций, что повлияет на срок реализации проекта. Кроме того, применение проверенных инженерных решений будет способствовать повышению надежности и безопасности создаваемых объектов нефтегазовой инфраструктуры.

Основная работа

Процесс проектирования объектов обустройства нефтяных месторождений неразрывно связан с формированием комплексной информационной модели [1]. Данная модель представляет собой централизованное хранилище всех проектных материалов, включая документацию, трехмерные модели и чертежи [2]. Благодаря своей структурированности и полноте информационная модель служит ключевым и надежным источником данных об объекте проектирования.

Для функционирования системы принятия решений важно обеспечить ее большим объемом данных. Данные должны предоставлять всю информацию о реализованных ранее проектах, включая их параметры и технические решения с полным описанием атрибутов. Таким образом, в качестве данных, предназначенных для системы принятия технических решений при проектировании объектов обустройства

нефтегазовых месторождений, определены следующие наборы данных, называемые каталогами:

1. Каталог проектных карточек – данный набор содержит основные сведения о всех реализованных проектах информационных моделей. Это позволяет получать информацию о деталях проектов, а также настроить связь между техническими решениями и проектами, в которых они были применены.
2. Каталог 3D-элементов – этот набор данных содержит сведения о трехмерных моделях из каждого проекта. Каждая 3D-модель может иметь в своих параметрах какие-либо технические решения. Так, например, в 3D-модели измерительной установки – устройства для измерения количества воды, нефти и газа в каждой конкретной скважине, хранится информация о том, какой у нее объем. Таким образом, хранение данных о каждом трехмерном объекте позволяет предоставлять результаты о найденных технических решениях пользователю в виде готовой модели.
3. Каталог параметров 3D-элементов – набор данных является необходимым, поскольку хранит сведения о параметрах каждой трехмерной модели из всех проектов. Так как для каждого типа модели перечень параметров уникален, хранить их удобнее всего именно в таком виде.

В качестве источника исходных данных используется программное обеспечение «CADLib Модель и Архив» (далее просто – CADLib), предназначенное для управления проектами в строительстве и проектировании промышленных объектов [3, 4]. Оно позволяет объединять 3D-модели,

структурировать документацию, анализировать данные, управлять множеством стадий проекта, а также обеспечивает коллективную работу над ним.

Данные в CADLib представляют собой множество реляционных баз данных, каждая из которых хранит полный перечень информации о конкретной информационной модели, распределенной на десятки таблиц (рис. 1).

Программным методом доступ к данным из CADLib можно получить двумя способами:

1. CADLib API – способ взаимодействия с системой с использованием программного интерфейса приложений, предназначенного для разработчиков. Данный интерфейс предоставляет набор классов, методов и процедур, позволяющих программно обращаться к данным, хранящимся в системе CADLib, без необходимости прямого взаимодействия с базой данных. Использование CADLib API позволяет получать доступ к структуре проектов, графическим данным трёхмерных моделей, их атрибутам, а также к различным служебным данным, связанным с жизненным циклом проектной документации. Применение данного подхода обеспечивает более безопасную и контролируемую работу с данными, так как все операции выполняются через заранее предусмотренные механизмы системы. Кроме того, использование API позволяет учитывать внутреннюю логику CADLib. Это особенно важно при работе с завершёнными проектами, где требуется корректно извлекать структурированную информацию о составе проекта, его элементах и связанных документах.

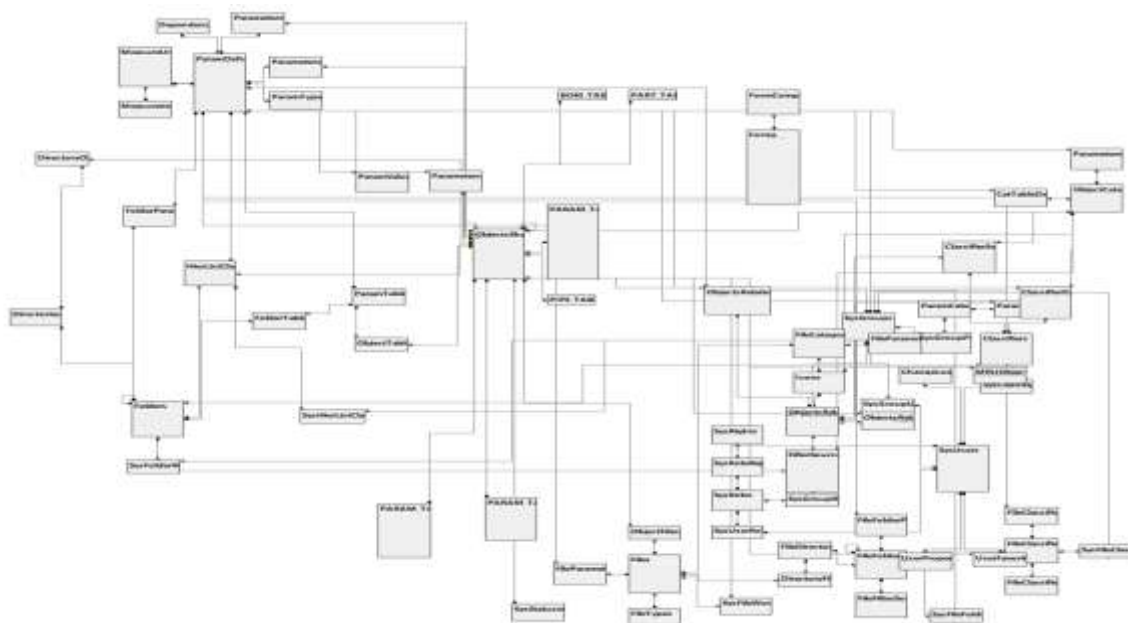


Рис. 1. Структура данных по одному проекту в CADLib
Fig. 1. Data structure for one project in CADLib

2. Прямые SQL-запросы в базе данных CADLib – способ получения информации путём непосредственного обращения к базе данных системы и выполнения SQL-команд. Поскольку в качестве систем управления базами данных в CADLib используются «MS SQL Server» и «PostgreSQL», поддерживающие стандартный язык структурированных запросов SQL, становится возможным извлекать необходимые данные напрямую из таблиц базы данных. Прямой доступ к базе данных позволяет выполнять сложные выборки, объединять данные из нескольких таблиц, а также формировать агрегированные результаты, необходимые для дальнейшей обработки и анализа.

Первый способ лучше подходит для получения сведений о завершённых проектах, поскольку содержит специализированный функционал для работы со структурой проектных данных и метаданными. Использование данного подхода позволяет извлекать информацию в формате, максимально соответствующем внутренней логике системы, что упрощает её дальнейшую обработку.

В то же время для получения сведений о трёхмерных моделях проекта и их параметрах более целесообразно применять второй способ. Это связано с тем, что независимо от типа элементов информационной модели все объекты хранятся в базе данных совместно, а разделение по типам элементов в рамках API реализовано ограниченно. Использование SQL-запросов позволяет напрямую обращаться к таблицам, содержащим сведения о геометрических объектах, их атрибутах и параметрах, что значительно упрощает процесс извлечения необходимых данных.

В качестве основы для разработки программного обеспечения был выбран язык программирования

C# версии 13, что обусловлено тем, что CADLib API реализован на платформе .NET. Процесс разработки осуществлялся в среде .NET 9.

Архитектура разрабатываемой системы предполагает хранение структурированных наборов данных в таблицах реляционной базы данных. В эту базу данных осуществляется экспорт предварительно обработанной информации, полученной из системы CADLib. Перед экспортом данные проходят этапы извлечения, фильтрации, структурирования и преобразования, что позволяет привести их к единому формату, удобному для дальнейшего анализа и использования системой поддержки принятия технических решений.

На рис. 2 представлена блок-схема алгоритма работы реализованного программного обеспечения, иллюстрирующая последовательность выполняемых операций – от получения исходных данных из CADLib до формирования структурированного хранилища информации.

На рис. 3 представлена диаграмма потока данных (Data Flow Diagram – DFD) [5] для процессов формирования наборов данных по нотации Йордана–Де Марко [6]. Данная диаграмма обеспечивает наглядное представление о взаимодействии основных функциональных элементов системы. Как можно заметить, работа системы основана на трех задачах: получение исходных данных, их фильтрация с последующим преобразованием, а также сохранение преобразованных данных, разделенных на три части (соответственно количеству наборов данных).

Структура формируемых наборов данных представлена в табл. 1–3. Она описывает свойства столбцов для реляционных баз данных, такие как имя столбца и тип данных, которые в нем хранятся. Также для каждого столбца представлено описание.

Таблица 1. Структура каталога проектных карточек

Table 1. Structure of the project card catalog

Имя столбца Column name	Тип данных Data type	Описание Description
Шифр/Cipher	string	Шифр проекта является именем базы данных, для каждого заказчика формируется свой шаблон шифра Project code is the name of the database, each customer has their own code template
Кол-во 3D-элементов Number of 3D elements	int	Полное количество 3D-элементов в проекте Total number of 3D elements in the project
Кол-во структурных элементов Number of structural elements	int	Полное количество структурных элементов в проекте Total number of structural elements in the project
Название/Name	string	Название проекта, обычно название проектируемого объекта Project name, usually the name of the designed object
Идентификатор/Identifier	int	Идентификатор проекта в базе данных/Project ID in the database
Заказчик/Customer	string	Название организации заказчика/Name of the customer organization
Статус/Status	string	Статус проекта – в работе/завершен/отменен Project status – in progress/completed/canceled

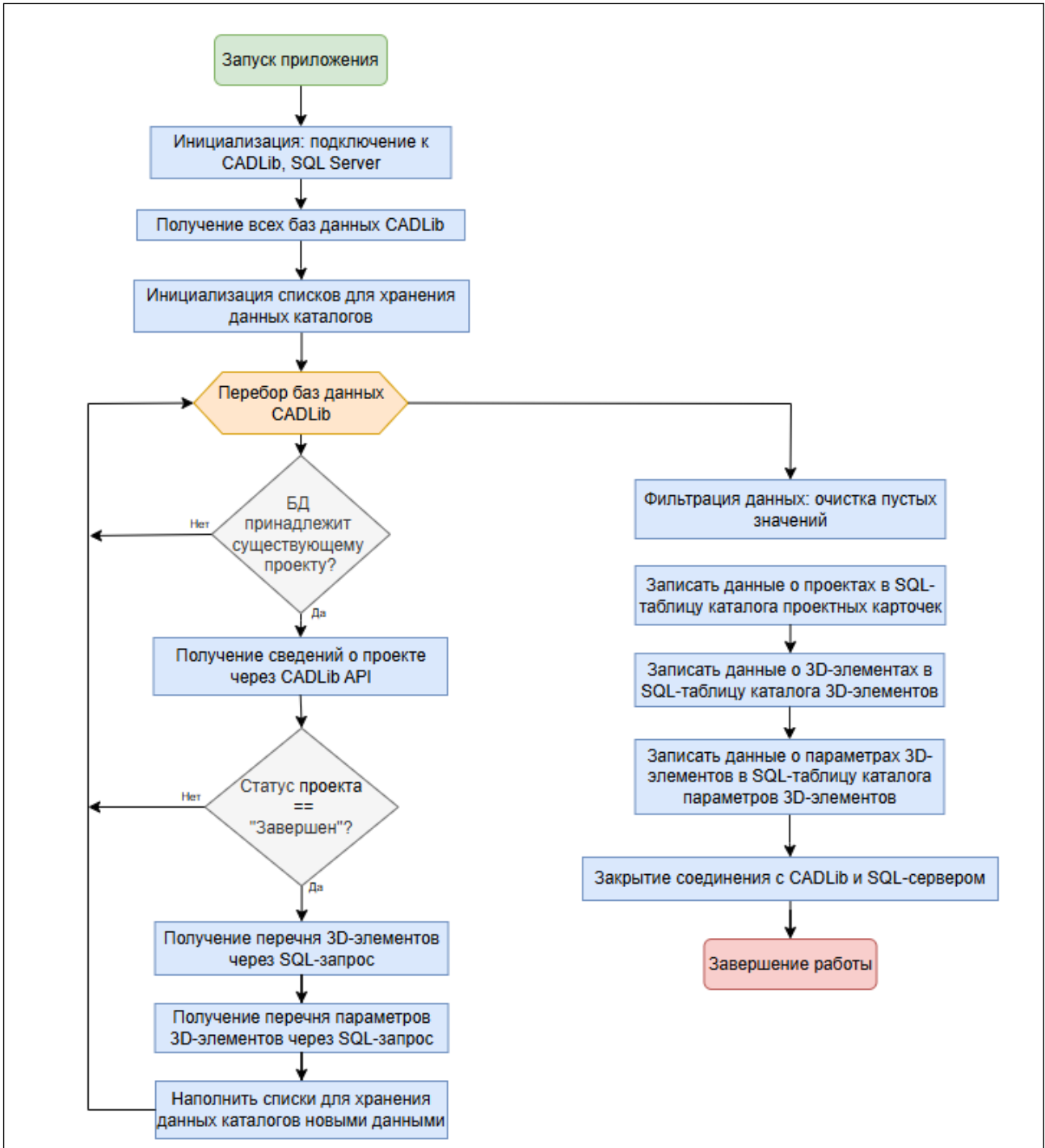


Рис. 2. Блок-схема модели формирования набора данных
Fig. 2. Block diagram of the data set formation model

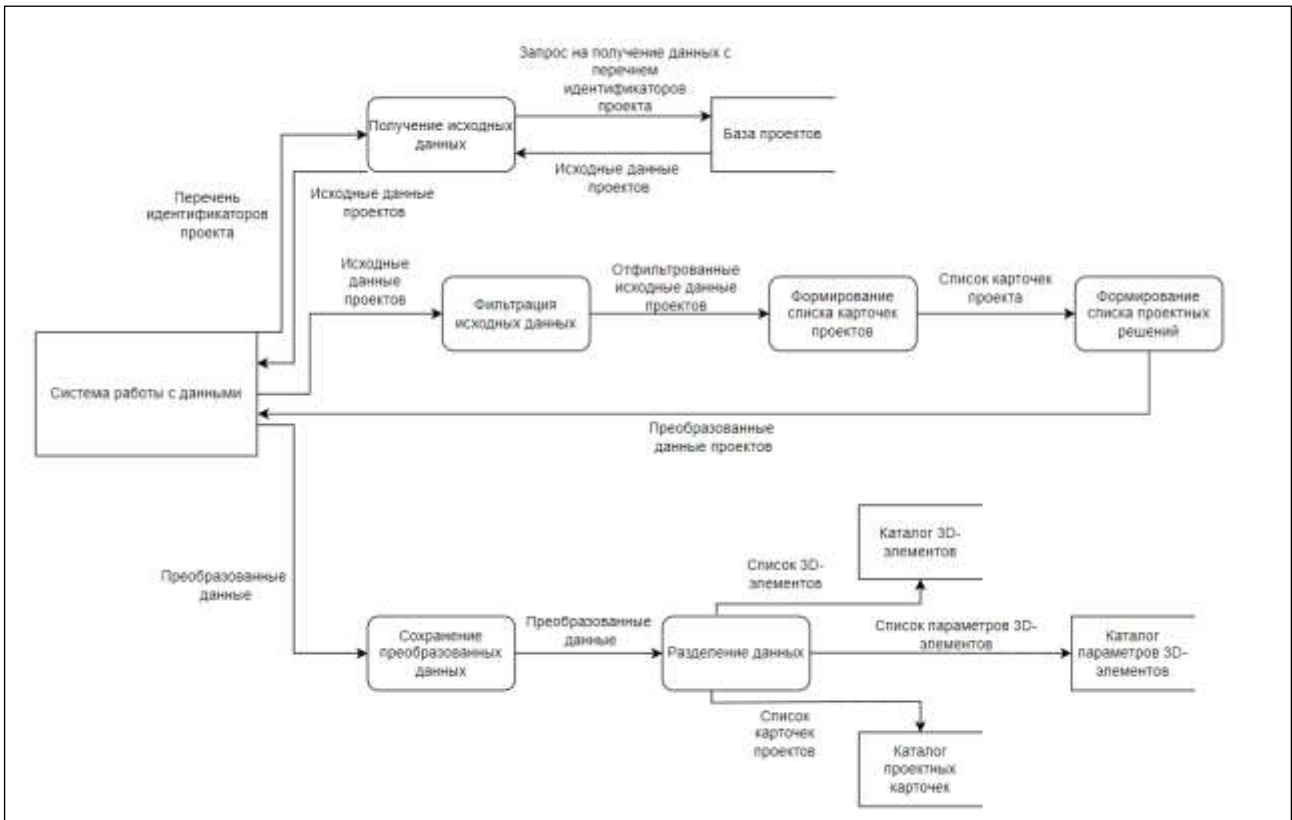


Рис. 3. DFD для процессов формирования наборов данных
 Fig. 3. DFD for dataset generation

Таблица 2. Структура каталога 3D-элементов
 Table 2. Structure of the 3D elements catalog

Имя столбца Column name	Тип данных Data type	Описание Description
Название/Name	string	Название 3D-элемента/3D element name
Идентификатор/Identifier	int	Идентификатор 3D-элемента/3D element identifier
Идентификатор родительского элемента Parent element ID	int	Идентификатор родительского элемента, т. е. элемента, частью которого является данный элемент Identifier of the parent element, i. e. the element of which the given element is a part
Шифр проекта/Project code	string	Шифр проекта, к которому относится данный элемент Code of the project to which this element belongs
Позиция по генеральному плану Position on general plan	string	Позиция по генеральному плану для данного элемента Position on the general plan for this element
Раздел проекта/Project section	string	Раздел проекта, к которому относится данный элемент Project section to which this element belongs

Таблица 3. Структура каталога параметров 3D-элементов
 Table 3. Structure of the 3D element parameters catalog

Имя столбца Column name	Тип данных Data type	Описание Description
Имя/Name	string	Наименование параметра на латинице/Parameter name in Latin
Значение/Meaning	string	Значение параметра/Parameter value
Комментарий/Comment	string	Наименование параметра на кириллице/Parameter name in Cyrillic
Идентификатор 3D-элемента 3D element identifier	int	Идентификатор 3D-элемента, к которому относится данный параметр 3D element identifier to which this parameter belongs

Представленная структура наборов данных характеризуется высокой степенью универсальности и может быть эффективно использована в различных системах принятия технических решений. Ее гибкость заключается в возможности применения данных в зависимости от конкретных требований аналитической системы.

Например, данные из различных каталогов могут быть интегрированы и объединены для формирования комплексного обучающего набора данных, пригодного для обучения моделей искусственного интеллекта (в частности, для решения задач классификации или регрессии). Альтернативный подход предполагает использование исходных наборов данных в неизменном виде, что актуально для систем, основанных на применении специализированного математического аппарата и традиционных алгоритмов анализа.

Заключение

Разработана и реализована модель формирования набора данных, предназначенного для использования в системе принятия технических решений при проектировании объектов обустройства

нефтегазовых месторождений. Модель пригодна для интеграции в рабочие процессы предприятий, разрабатывающих информационные модели. При необходимости путем внесения небольших изменений ее можно адаптировать для работы с данными из других сфер.

Модель основывается на сборе данных из всех проектов по объектам обустройства нефтегазовых месторождений, реализованных в информационной системе «CADLib Модель и архив», их верификации и преобразовании.

Важно отметить, что эффективность представленной модели напрямую зависит от наличия достаточного объема накопленных проектных данных. Чем больше завершенных проектов собрано в среде CADLib на предприятии, тем более репрезентативной и ценной для системы принятия решений становится сформированная выборка. Дальнейшее развитие работы предполагает интеграцию полученных наборов данных непосредственно в механизмы рекомендации технических решений и оценку экономического эффекта от их применения в реальных проектных задачах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чурсанова Н.И. Информационное моделирование в строительстве. Наука и инновации в строительстве: Сборник докладов VI Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры строительства и городского хозяйства. Т. 1. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. С. 181–184. EDN: NLVQWQ
2. Сапунов А.О. Проектирование информационных моделей кустовых площадок. Проблемы недропользования, 2025, № 2 (45), С. 22–36. DOI: <https://doi.org/10.25635/2313-1586.2025.02.022> EDN: PCTEXI
3. Чуманов А.А., Кошкарлов А.А. Экспертиза информационных моделей с использованием комплексной системы ModelStudioCS. Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве: Материалы VI Международной научно-практической конференции. Екатеринбург: Уральский государственный архитектурно-художественный университет, 2023. С. 84. EDN: DLROTU
4. Субботина М. Российские BIM-технологии: CADLib Модель и Архив как инструмент BIM-менеджера. САПР и графика, 2022, № 1 (303), С. 41–45. EDN: WTFNYE
5. Баранов И.М., Рубинская А.В. Современные методологии описания бизнес-процессов. Современные проблемы и тенденции развития экономики и управления бизнес-процессами: Сборник материалов IV Региональной научно-практической конференции. Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2022. С. 110–112. EDN: FZOKDS
6. Лапкина И.А. Проблемы применения процессного подхода в деятельности коммерческих и некоммерческих организаций. Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2006. № 2 (18), С. 62–71.

Информация об авторе

Анатолий Олегович Сапунов, аспирант, Томский университет систем управления и радиоэлектроники, Российская Федерация, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40; ТИМ-мастер, ООО «РН-Проектирование Добыча», Российская Федерация, 634027, г. Томск, пр. Мира, 72; sanovta@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0009-1686-7876>

Поступила: 07.02.2026

Принята: 13.03.2026

Опубликована: 30.03.2026

REFERENCES

1. Chursanova N.I. Information modeling in construction. *Science and Innovation in Construction. Proc. of the VI International Scientific and Practical Conference dedicated to the 50th Anniversary of the Department of Construction and Urban Economy. Vol. 1.* Belgorod, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov Publ., 2022. pp. 181–184. (In Russ.) EDN: NLVQWQ.

2. Sapunov A.O. Designing information models of cluster sites. *Problems of subsoil use*, 2025, no. 2 (45), pp. 22–36. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.25635/2313-1586.2025.02.022> EDN: PCTEXI
3. Chumanov A.A., Koshkarov A.A. Expertise of information models using the integrated ModelStudioCS system. *New information technologies in architecture and construction. Proc. of the VI International scientific and practical conference*. Yekaterinburg, Ural State University of Architecture and Arts Publ., 2023. p. 84. (In Russ.) EDN: DLROTU.
4. Subbotina M. Russian BIM technologies: CADLib Model and Archive as a BIM manager's tool. *CAD and graphics*, 2022, no. 1 (303), pp. 41–45. (In Russ.) EDN: WTFNYE.
5. Baranov I.M., Rubinskaya A.V. Modern methodologies for describing business processes. Collection of materials of the IV Regional scientific and practical conference. Krasnoyarsk, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev Publ., 2022. pp. 110–112. (In Russ.) EDN: FZOKDS.
6. Lapkina I.A. Problems of application of process approach in the activity of commercial and non-commercial organizations. Project management and production development. Collection of scientific papers. Lugansk, Scientific and Technical University named after V. Daly Publ. House, 2006. No. 2 (18), pp. 62–71. (In Russ.)

Information about the author

Anatoly O. Sapunov, Postgraduate Student, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 40, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation; BIM-master, RN-Upstream Design, 72, Mira avenue, Tomsk, 634027, Russian Federation; sanovta@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0009-1686-7876>

Received: 07.02.2026

Revised: 13.03.2026

Accepted: 30.03.2026