

УДК 622.276:004.942

Сапунов Анатолий Олегович

ТИМ-Мастер,

Томский научно-исследовательский и

проектный институт нефти и газа,

634027, г. Томск, пр. Мира, 72;

Томский государственный университет систем

управления и радиоэлектроники,

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40

e-mail: sanovta@yandex.ru**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ
КУСТОВЫХ ПЛОЩАДОК***Аннотация:*

В данной обзорной статье рассматриваются современные подходы к проектированию кустовых площадок (КП) в нефтегазовой отрасли с использованием технологий информационного моделирования (ТИМ). КП представляют собой ключевые объекты инфраструктуры добычи, транспорта и подготовки нефти и газа, а их проектирование требует значительных трудозатрат и высокой точности. В работе анализируется эволюция методов проектирования: от традиционных 2D-чертежей к трехмерному моделированию и дальнейшему переходу к информационному моделированию, объединяющему геометрические, технологические и эксплуатационные данные в единую цифровую модель.

Особое внимание уделяется этапам проектирования информационной модели КП, включая разработку схемы разбуривания скважин, формирование 3D-модели генерального плана, проектирование инженерных систем и автоматизированную генерацию документации. Рассматриваются инструменты проектирования, такие как САПР-платформы (nanoCAD, Компас и др.) и среды общих данных (CadLib Модель и Архив, Sarex и др.), обеспечивающие централизованное хранение информации.

Важным аспектом статьи является анализ возможностей повторного использования проектных решений, включая автоматизацию рутинных процессов. Приводятся примеры существующих методов автоматизации, таких как алгоритмы корректировки расположения КП и автоматическое формирование 3D-моделей. Отмечается, что, несмотря на потенциал автоматизации, ключевой проблемой остается учет нормативных требований при подборе проектных решений.

В заключении делается вывод о перспективности использования ТИМ в проектировании КП, об актуальности задач автоматизации производственных процессов, в частности об автоматизированном подборе проектных решений, а также дается оценка возможности его реализации.

Ключевые слова: кустовая площадка, нефтяное месторождение, информационное моделирование, ТИМ, BIM, 3D, САПР, автоматизация.

DOI: 10.25635/2313-1586.2025.02.022

Sapunov Anatoly O.

BIM-Master,

Tomsk Research and Design Institute

of Oil and Gas,

634027 Tomsk, 72 Mira Ave.;

Tomsk State University of Control Systems

and Radioelectronics,

634050 Tomsk, 40 Lenina Ave.

e-mail: sanovta@yandex.ru**DESIGNING INFORMATION MODELS
OF CLUSTER SITES***Abstract:*

This paper is a review article. It considers modern approaches to the design of well pads (WP) in the oil and gas industry using information modeling technologies (IMT). Well pads are key infrastructure facilities for the production, transportation and treatment of oil and gas, and their design requires significant labor costs and high accuracy. The paper analyzes the evolution of design methods: from traditional 2D drawings to 3D modeling and further transition to information modeling, which combines geometric, technological and operational data into a single digital model.

Particular attention is paid to the stages of designing a well pad information model, including the development of a well drilling scheme, the formation of a 3D model of the general plan, the design of engineering systems and automated generation of documentation. Design tools such as CAD platforms (nanoCAD, Compass, etc.) and common data environments (CadLib Model and Archive, Sarex, etc.) that provide centralized storage of information are considered.

An important aspect of this work is the analysis of the possibilities of reusing design solutions, including automation of routine processes. Examples of existing automation methods are given, such as algorithms for adjusting the location of the control point and automatic generation of 3D models. It is noted that despite the potential of automation, the key problem remains taking into account regulatory requirements when selecting design solutions.

As a result, a conclusion is made about the prospects of using TIM in the design of control points, about the relevance of the tasks of automating production processes, in particular about the automated selection of design solutions, and an assessment of the possibility of its implementation is given.

Key words: well pad, oil field, information modeling, TIM, BIM, 3D, CAD, automation.

Введение

Кустовая площадка (КП) относится к наземным объектам технологического комплекса добычи, сбора, транспорта и подготовки нефти и газа при обустройстве нефтяных и газовых месторождений [1].

Проектирование объектов обустройства месторождений – это длительный процесс, который требует значительных трудозатрат со стороны множества специалистов. Решения, принимаемые на этапе проектирования, имеют критическое значение для успешной разработки месторождения, влияя на его результативность и экономическую эффективность [2].

За время своего существования технология проектирования потерпела различные изменения, такие как внедрение в рабочие процессы формирования 2D-чертежей, переход от 2D-чертежей к формированию трехмерной модели, а также расширение трехмерной модели в информационную модель объекта [3].

Традиционно первичной стадией проектирования новой КП являлось создание общей технологической схемы, по которой разрабатывалась проектная и рабочая документация (от пояснительной записки до уточненной спецификации) [4]. Зависимость между технологической схемой и документацией можно считать как положительным явлением, так и отрицательным, т.к., с одной стороны, формирование информации на основе централизованных данных является удобным решением, а с другой стороны, при появлении правок по проекту (например, от заказчика), внесение изменений в технологическую схему требует внесения соответствующих изменений во всю документацию, что значительно увеличивает трудозатраты.

Следующим шагом был переход от формирования 2D-чертежей к формированию трехмерных моделей [5]. Внедрение технологий 3D-моделирования позволило повысить качество проектных решений, т.к. 3D-модель позволяла разглядеть объект проекта детально (рис. 1), оперативно внести корректировки, а также определить, на какой стадии произошла ошибка при возведении объекта [6].

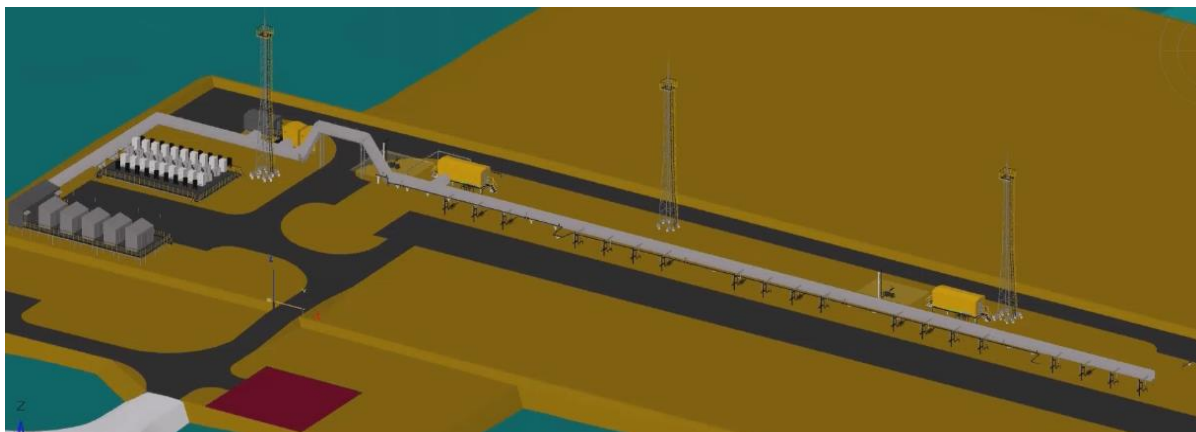


Рис. 1. Трехмерная модель КП

При всех достоинствах 3D-моделирования в задачах проектирования одного его было недостаточно, т.к., кроме информации о геометрии объекта, больше никакой информации оно не несет [7], в связи с чем (а также с целью достичь ключевых показателей экономической эффективности [8]) и возникло решение о расширении трехмерного моделирования в информационное (ИМ), а в 2018 г. обеспечить обязательное выполнение такого расширения было поручено Президентом РФ Правительству РФ [9].

В данном исследовании рассматриваются этапы проектирования информационной модели КП, информационное моделирование как явление, в также инструменты для формирования информационной модели. Особое внимание уделяется возможности

повторного использования проектных решений, в т.ч. автоматизации этого процесса, что является важным шагом на пути к повышению эффективности проектирования в нефтегазовой отрасли.

Основная часть

1. Понятие информационной модели

Информационная модель является совокупностью документов, материалов и сведений об объектах капитального строительства (ОКС) в электронном виде [10], т.е. технологические схемы, проектная и рабочая документация, трехмерная модель, а также многое другое было объединено в единое целое для того, чтобы обеспечить полноту информации о проектируемом объекте на всех стадиях его жизненного цикла.

Жизненный цикл ИМ – промежуток времени от начала инвестирования средств в реализацию проекта строительства (обустройства) до окончания эксплуатации объекта [11]. К фазам жизненного цикла ИМ ОКС принято относить

- 1) концептуальную фазу – формирование требований, задач, этапов работы, общей концепции;
- 2) фазу разработки проекта – формирование трехмерной модели, чертежей и документации;
- 3) фазу реализации проекта – строительство и монтаж объекта, проведение тестов перед вводом в эксплуатацию, проверку качества;
- 4) фазу эксплуатации – когда проект завершен и введен в использование; на данном этапе ведется активный мониторинг работы объекта, анализ эффективности, поддержка и другое.

На всех этапах жизненного цикла ИМ ОКС, зданий, строений или сооружений взаимодействуют различные организации: застройщики, технические заказчики, изыскательские организации, проектные компании, экспертизы, органы местного самоуправления, лица, осуществляющие строительство, государственный строительный надзор, службы эксплуатации, так или иначе участвующие в формировании и/или ведении ИМ [12, 13].

Для формирования ИМ используются технологии информационного моделирования (ТИМ в официальной строительной документации Российской Федерации или BIM за рубежом) объекта строительства, в результате которых должна быть создана его цифровая информационная модель (3D-модель) [14]. К составляющим ТИМ принято относить следующие виды моделирования [15]:

1. 3D-моделирование: создание трехмерной геометрической модели объекта.
2. 4D-моделирование: интеграция трехмерной модели с графиками строительно-монтажных работ (СМР), что позволяет визуализировать последовательность и продолжительность строительных операций.
3. 5D-моделирование: добавление к 4D-модели графиков поставок материалов и оборудования (МТР), обеспечивая контроль над материально-техническим обеспечением проекта.
4. 6D-моделирование: расширение 5D-модели путем включения финансовых планов, что позволяет анализировать инвестиционные затраты и управлять ими.

Таким образом, понятие информационной модели вмещает в себя много составляющих частей, насчет каждой из которых необходимо принимать те или иные проектные решения. Далее будут рассмотрены конкретные этапы проектирования ИМ КП.

2. Определение этапов проектирования ИМ КП

Прежде чем перейти к этапам проектирования, необходимо обозначить, из каких элементов состоит КП. К элементам КП относятся [16]

- 1) устьевые площадки скважин – из них газожидкостная смесь поступает на ИУ [17];

- 2) ИУ – получает со скважин смесь нефти, газа и воды, производит расчет их количества;
- 3) блок контроля и управления ИУ (БКРУ) – обеспечивает мониторинг и управление процессами в ИУ;
- 4) дренажная подземная емкость (ЕП) – собирает подземные воды для предотвращения загрязнения окружающей среды;
- 5) трубопроводная эстакада – по ней транспортируется газожидкостная смесь;
- 6) водовод высокого давления (ВД) – необходим для подачи воды на высоком давлении;
- 7) нефтегазосборный коллектор (НГС) – собирает и транспортирует нефть и газ;
- 8) низковольтные комплексные устройства (НКУ) – распределяют электроэнергию в низковольтных системах, необходимых для работы оборудования;
- 9) ТМПП и СУ – контроль и учет параметров технологических процессов;
- 10) комплектные трансформаторные подстанции (КТП) – трансформируют электроэнергию, снижая напряжение до безопасного уровня;
- 11) прожекторные мачты – применяются для организации коммутационной связи и освещения КП [18];
- 12) кабельная эстакада – нужна для прокладки кабеля между оборудованием и коммуникациями.

В зависимости от типа КП на ней также могут размещаться блок дозирования реагентов, блок гребенки, различные насосы и станции управления насосами [19], дополнительные устройства, внедряемые точечно для измерения каких-либо характеристик, например количественных показателей воды [20], а также служебные и бытовые помещения [21].

Одним из важнейших этапов проектирования ИМ КП является разработка схемы разбуривания скважин на КП [22], которая содержит следующие сведения:

- количество скважин на КП (варьируется от 1 до 24 штук);
- расположение скважин на КП (в частности, расположение устья первой скважины, которое влияет на симметрию проектных устьев скважин) [23];
- распределение скважин по группам, в частности, определение количества скважин в первой группе;
- назначение и типы скважин: в основном используются добывающие и нагнетательные скважины, однако на практике встречаются и более редкие типы, такие как скважины в консервационном и пьезометрическом фондах, а также водозаборные скважины [24];
- интервалы между устьями скважин (расстояние в метрах)
- и др.

В зависимости от особенностей месторождения, на котором располагается проектируемая кустовая площадка, правила и процедуры формирования схемы разбуривания могут отличаться. Например, для некоторых месторождений характерно определять расстояние между скважинами в зависимости от их назначения [25]. Для других же, напротив, приняты конкретные интервалы между скважинами и группами скважин, и назначение скважин делается уже в зависимости от этих интервалов.

При наличии схемы разбуривания формируется трехмерная модель генерального плана (ГП) КП. Данный этап включает в себя формирование координатной сетки, а также земли проектируемого объекта. Помимо самой земли, в ГП моделируются откосы до поверхности, дороги, а также позиции (координаты и отметки высот) для сооружений и коммуникаций [26].

После сформированного ГП начинается проектирование трехмерной части модели: трубопроводные системы, технологическое оборудование, строительное оборудование, строительные конструкции, электрика, автоматика и т.д. Каждый элемент трехмерной модели, как и все его подэлементы собирается отдельно и наполняется

множеством атрибутов. Атрибутами в данном случае называются пара «Имя атрибута» и «Значение атрибута». Атрибуты несут в себе информацию разного рода. Какие-то из них отвечают только за графическую составляющую (габариты, цвет, материал), а какие-то делаются с целью правильно сформировать чертежи и документацию. Далее из готовой библиотеки элементов формируется итоговая 3D-модель.

Очень важно сформировать правильную трехмерную модель, т.к. низкое качество модели влечет за собой формирование чертежей с таким же качеством, что в свою очередь может привести к аварийным ситуациям на уже готовом объекте в будущем (например, прорыв трубопроводов или возникновение пожара на установках с напряжением [27]).

Как уже было отмечено, после того как завершаются работы над трехмерной моделью, заполненной атрибутами, на ее основании генерируются технологическая схема и документация. В большинстве случаев генерация происходит в автоматическом режиме, после чего результат подвергается ручной доработке.

В течение всех этапов проектирования ИМ все результаты и вся документация публикуются в среду общих данных.

3. Определение инструментов проектирования ИМ КП

При проектировании КП специалистами задействуются различные инструменты, помогающие обеспечить высокое качество проектируемого объекта [28]. Такие инструменты используются как на начальных этапах проектирования (формирование схемы разбуривания и заданий на проектирование), так и на всех последующих.

Важной особенностью инструментов разработки ИМ является возможность хранить результаты разных этапов работы над проектом в одном месте: общей базе данных проекта (или среде общих данных), где информация переходит из одного уровня в другой, существуя в системе долгое время [29]. Это важно, поскольку при формировании информационной модели нужно учитывать все зависимости между трехмерными моделями, 2D-чертежами и документацией.

К примерам среды общих данных относятся такие продукты, как CadLib Модель и Архив, Sarex, ЦУС и многие другие. Работа с ними открывает следующие возможности:

- 1) централизованное хранение данных со всех этапов работы над проектом;
- 2) привязку документации и 2D-чертежей к соответствующим трехмерным моделям [30];
- 3) проверку коллизий в 3D-модели путем штатных инструментов [31];
- 4) экспортирование сведений о проекте в различных форматах;
- 5) перекрестную работу над проектом множеством отделов.

Функционал подобного ПО многогранен и активно расширяется, что подтверждается необходимостью в разработке систем контекстной помощи пользователям [32].

Не менее важными являются инструменты САПР для формирования 2D-чертежей и трехмерных моделей: nanoCAD, вертикальное решение для nanoCAD - Model Studio CS, Компас, SprutCAM и другие, включая интеллектуальные САПР платформы [33].

Ключевыми особенностями САПР-платформ являются

- 1) возможность сформировать 2D-чертеж из уже созданной трехмерной модели;
- 2) возможность сформировать проектную документацию по созданным 2D-чертежам и трехмерной модели;
- 3) возможность автоматизировать те или иные процессы формирования ИМ;
- 4) возможность интегрировать среду общих данных в ПО, используя двусторонний доступ к данным на этапах проектирования ИМ (рис. 2);
- 5) возможность 4D-моделирования [34];

6) ориентированность на региональные нормы и стандарты проектирования строительных объектов;

7) возможность проектирования различных инженерных систем, а именно трубопроводы, вентиляцию, водоснабжение, канализацию, отопление и многое другое [35].

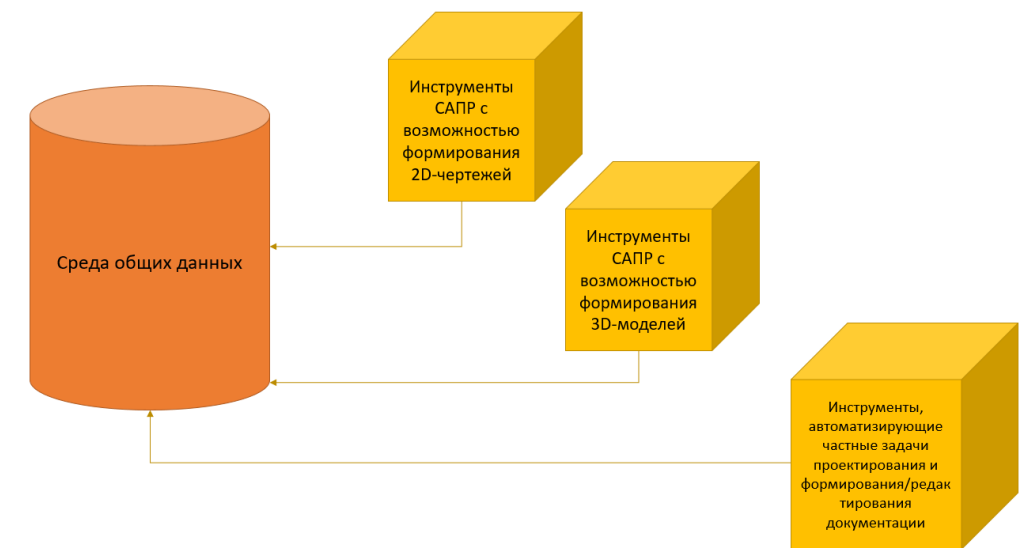


Рис. 2. Схема доступа к среде общих данных

Из перечисленных особенностей стоит подробнее рассказать про пункт 3, т.к. благодаря этой особенности функционал САПР-платформ может быть расширен многократно, а также нацелен на тонкости проектирования тех или иных строительных объектов.

Многие САПР-платформы предоставляют открытый программный интерфейс и библиотеки для возможности формирования пользователями своих надстроек над платформой. Это полезно, когда нужно автоматизировать расчеты для рутинных задач или унифицированные процессы, которые не меняются из проекта в проект. В случае формирования ИМ КП это особенно важно, т.к. большинство проектов данного типа содержат множество типизированных и унифицированных решений [36].

4. Повторное использование проектных решений при проектировании ИМ КП

Авторами научных исследований ранее проводились попытки автоматизировать различные процессы проектирования ИМ КП. Так, в работе [37] авторами предложен метод автоматизации работ по проекту организации строительства с получением календарного плана и графика финансирования. Авторами определены исходные данные к задаче, спроектирован проект объекта строительства, а также проведен пример расчета календарного плана и графика финансирования.

Кулаковым Е.Д. и др. предложен алгоритм корректировки положения кустовых площадок, который работает с проблемными кустами (когда нарушены допустимые значения скважин внутри куста и расстояния между кустами в целом) и их соседями [38].

Лакомых А.В., Клиценко Г.В. предложен подход к разработке проектной документации (концепция интерактивного проектирования (КИП)), основанный на принципах интерактивного взаимодействия расчетных модулей, контроле результатов, а также автоматическом обновлении текста в проекте [39]. Данный алгоритм упрощает разработку нефтяных месторождений.

Дидичин Д.Г. и др. предлагают инструмент по автоматическому формированию 3D модели КП проектов-образцов, т.е. проектов, отличия между которыми минимальные [40]. Поставленная идея охватывает автоматизацию большого объема работы, однако проходит она лишь по работе над КП конкретного месторождения (ООО «РН-Юганскнефтегаз»), а значит, не подходит под другие КП. Однако данный пример показывает, что этап формирования 3D-модели возможно автоматизировать в большом объеме.

Важно подметить, что, несмотря на возможность автоматизации большинства процессов проектирования ИМ КП, предварительные работы по разработке куста не всегда могут быть подвержены автоматизации. Так, Цыгляну П. пришел к выводу, что в отношении оптимальной геологической изученности залежей на стадии разведки и разработки месторождений в нефтегазовой отрасли отсутствуют конкретные требования, закрепленные на государственном уровне [41].

Утверждается, что корректность геофизических исследований скважины и полученных из них геологических данных напрямую зависит от погрешности прибора и типа промывочной жидкости в скважине, а сама погрешность может составлять до 50 % [42].

Повторное использование проектных решений является частным случаем автоматизации процессов проектирования. Вот как высказываются о данной задаче другие авторы:

- с начала 20-го века и до настоящего времени основным катализатором прогресса в области разработки и эксплуатации месторождений является ускорение обработки данных и обеспечение устойчивости решений за счет применения интеллектуальных технологий [43];
- применение автоматизированных технологий повторного использования проектных решений способствует тому, что компании могут принимать более взвешенные проектные решения, что уменьшает сроки разработки и улучшает качество проектируемых изделий [44];
- ключевым фактором для повышения эффективности использования систем автоматизированного проектирования (САПР) является сохранение и возможность многократного применения проектных решений. Это способствует уменьшению временных затрат на подготовку документации, преобразование данных и поиск информации об изделии [45].

Ранее уже проводились попытки автоматизировать технологии повторного использования проектных решений. Предложен метод подбора проектных решений на основе онтологической модели проектного решения САПР и запроса проектировщика [46, 47]. Суть метода заключается в том, что проектировщик задает класс изделия, выбирает какой-либо параметр выбранного изделия, указывает значение этого параметра, которое его интересует, задает отношение значения к параметру (больше, меньше, равно, не равно), после чего запускает поиск, результатом которого является перечень подходящих проектных решений. Данный подход упрощает работу проектировщика, однако не снижает возможность возникновения человеческого фактора, т.к. не учитывает государственную и локальную нормативную документацию.

Описан метод подбора проектных решений, суть которого заключается в формулировании нечетких команд на основе перечислительного и аналитического представления функций принадлежности [48]. Нечеткая команда формулируется на основе частично противоречивых условий, заданных функциями принадлежности. Данный подход позволяет находить проектные решения по заданному пользователем запросу, но так же, как и в предыдущей работе, в нем не учитываются нормативные стандарты. Однако, так как в методе присутствуют ограничения, связанные с такими факторами, как энергосбережение, теплоотведение и т.д., можно считать, что он имеет перспективы на расширение этих ограничений нормативной документацией.

Как можно заметить, зачастую при разработке методов подбора проектных решений специальная документация не учитывается, однако бывают и исключения. Так, предложена функциональная схема процесса проектирования стальных конструкций, с помощью которой можно реализовать программное решение по подбору проектных решений [49]. В схеме, помимо самих процессов, авторы также указали, какие строительные нормы и правила (СНиП) нужны этим процессам.

Предложена система, которая ориентирована на решение задач компоновки оборудования в отраслях промышленности [50]. Система имеет функционал для решения разных задач, в том числе и для подбора проектных решений при трассировании трубопровода, что очень важно на КП. Данная система содержит базу ограничений, которая состоит как из общих ограничений, так и из частных. Все ограничения, вносимые в базу, учитываются при подборе проектного решения.

Заключение

В процессе проведения литературного обзора были сформулированы следующие выводы:

1. Технологии информационного моделирования являются информативными, удобными и крайне полезными в задаче проектирования кустовых площадок.
2. Для разработки только одной информационной модели КП задействуются десятки людей, что указывает на высокий уровень проработки объекта, и потенциально – на его качество.
3. Автоматизация процессов проектирования информационных моделей комплексных производств представляет собой важную и актуальную задачу, что подчеркивает потенциальный спрос на автоматизированный подбор проектных решений.
4. Автоматизированный подбор проектных решений возможен благодаря унификации и типизации проектных решений для кустовых площадок.
5. Реализация автоматизированного подбора проектных решений представляется осуществимой задачей при учете существующих инструментов формирования информационных моделей, обладающих перспективами для дальнейшего расширения функциональности.
6. Зачастую при решении задачи повторного использования проектных решений авторами учитываются только параметры конкретных моделей, без проверки корректности данных параметров по отношению к регламентирующим документам.

Список литературы

1. Малышева Д.В., Малышев А.О., 2020. Обустройство кустовой площадки нефтепромысла. *Матрица научного познания*, № 12-2, С. 349-353.
2. Шайдуллин Р.Р., Воронков С.Е., 2022. Основные проблемы при проектировании разработки нефтяных и газовых месторождений и возможные пути их решения. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*, № 4-1, С. 61-65.
3. Гуреев С.Н., 2017. Информационное моделирование в ПАО "Газпром нефть". *Эффективное управление комплексными нефтегазовыми проектами (ЕРМИ-2017). Саратов, 18–21 сентября 2017 года*. Саратов: Издательство: ООО "ТПС Принт", С. 119-121.
4. Плесовских В.В., 2013. Моделирование кустов скважин в системах автоматизированного проектирования. *Новые технологии – нефтегазовому региону*. Тюмень: ТюмГНГУ, С. 333-334.
5. Гурьянов В.В., 2017. Информационное моделирование в нефтегазовой отрасли. Опыт проектного блока. *Эффективное управление комплексными нефтегазовыми проектами (ЕРМИ-2017)*. Саратов: Издательство: ООО "ТПС Принт", С. 108-112.
6. Разяпов Р.В., Константиновский Г.А., 2020. Применение AR-инструментов при оценке технологии строительства кустовых площадок и автодорог на нефтепро-

мыслах. *Актуальные проблемы науки и техники*. Ижевск: Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, С. 80-84.

7. Раховецкий Г.А., Коркишко А.Н., 2017. Информационная модель проекта – как основа оптимизации стоимости на всех стадиях реализации проектов обустройства, на примере компании «Газпром нефть». *Инженерный вестник Дона*, Т. 44, №. 1 (44), С. 56.

8. Абдулкадыров И.Х., 2017. Актуальные вопросы внедрения технологий информационного моделирования. *Эффективное управление комплексными нефтегазовыми проектами (ЕРМИ-2017)*. Саратов: Издательство: ООО "ТПС Принт", С. 92-94.

9. Скуркан Е., Бредихин Д.А., Чайковская Л.В., 2024. BIM и ТИМ проектирование в РФ. *Технологии, машины, и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК*. Курск: Издательство ЗАО «Университетская книга», С. 294.

10. Гусарова А.А., 2023. План реализации проекта с ТИМ. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*, № 5-2 (80), С. 79-83.

11. Иванов К.Д., 2017. Управление проектом и оценка рисков при обустройстве (строительстве) объектов эксплуатации кустовой площадки. *Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения*. Пенза: Наука и просвещение, С. 70-72.

12. Чуманов А.А., Кошкарлов А.А., 2023. Экспертиза информационных моделей с использованием комплексной системы ModelStudio CS. *Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве*. Екатеринбург: Уральский государственный архитектурно-художественный университет, С. 84.

13. Орельяна У.И.О., 2017. Создание информационной модели. Планирование и отслеживание календарного плана проекта. *Эффективное управление комплексными нефтегазовыми проектами (ЕРМИ-2017)*. Саратов: Издательство: ООО "ТПС Принт", С. 127-129.

14. Сайтов А.В., 2024. Опыт внедрения ТИМ в ПАО «НК «Роснефть» как ответ на современные вызовы цифровизации строительной отрасли. *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*, Т. 26, № 4, С. 199-210.

15. Субботин Д.В., 2023. Концепция внедрения информационно-строительного моделирования объектов в деятельность отечественных компаний. *Индустриальная экономика*, № 1, С. 109-116.

16. Нафиев Р.Ш., 2021. 3D моделирование архитектурно-строительных решений кустовой площадки на базе по Model Studio CS. *Избранные доклады 67-й Университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых*. С. 217-219. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46641958&pff=1> (дата обращения 19.06.2025)

17. Петухов М.С., 2019. Разработка системы телесигнализации и управления кустовой площадки. URL: <https://earchive.tpu.ru/handle/11683/54649?ysclid=mc368vv14r626489022> (дата обращения 19.06.2025)

18. Новоселов В.А., 2021. Автоматизация кустовой площадки. URL: <https://earchive.tpu.ru/jspui/handle/11683/67287?ysclid=mc36cgnhhs531512961> (дата обращения 19.06.2025)

19. Воробьев А.Е., Хоноре Т., Воробьев К.А., 2018. Цифровизация нефтяной промышленности: "интеллектуальный" нефтепромысел. *Вестник евразийской науки*, Т. 10, № 3, С. 71.

20. Самохвалов Н.С., 2020. Определение качества воды для нужд системы ППД. *Вестник магистратуры*, №. 2-6, С. 23.

21. Ибраев Р.Б., 2022. Разработка и исследование автоматизированной системы управления кустовой площадки добычи нефти. URL: <https://earchive.tpu.ru/handle/11683/71556?ysclid=mc36gn9fyh348117030> (дата обращения 19.06.2025)

22. Капустин А.И., Мокрев А.А., Шакшин В.П., 2022. Оптимизация схем разбуривания кустовых площадок с использованием методов динамического программиро-

вания. *Актуальные проблемы нефтегазовой отрасли*, С. 314-325.

23. Петров М.В. и др., 2019. Предпроектная техническая оценка возможности строительства скважин и оптимизация расположения кустовых площадок. *Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море*, № 1, С. 5-10.

24. Мулявин С.Ф., Бяков А.В., Нещадинов Р.А., 2023. Особенности разработки нефтегазоконденсатного месторождения Томской области. *Наука. Инновации. Технологии*, № 3, С. 137-156.

25. Валеев Д.Р., 2017. Оценка возможности автоматизации работы геологических служб нефтегазодобывающих предприятий путем разработки ПО на основе нечеткой логики. *International Journal of Advanced Studies*, Т. 7, № 1-2, С. 25-30.

26. Козлов И.А., Купреева Е.Н., 2016. Современные методы исполнительной съемки кустовых площадок на месторождении нефти. *Вклад молодых ученых в решение современных проблем геодезии, землеустройства и кадастра для обеспечения устойчивого развития экономики Прииртышья. Омск, 04-07 апреля 2016 года*, С. 86-89. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=wpgpkb&ysclid=mc8xwm0x5m134403647> (дата обращения 20.06.2025)

27. Долгих В.В., Майстренко Е.В., 2023. Обзор производственных факторов и аварийных ситуаций при нефтедобыче. *Безопасный Север – чистая Арктика. Сургут, 13-14 апреля 2023 года*, С. 108-110. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=bqcpao&ysclid=mc8y3gjqii247125467> (дата обращения 20.06.2025)

28. Суетин С.Н., Губайдуллин Д.В., Марченко Д.О., 2023. Теоретико-методологические аспекты применения современных технологий управления на предприятиях нефтяной и газовой промышленности. *Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право»*, Т. 33, № 1, С. 91-96.

29. Мухаррямов И.Р., 2024. Основные критерии выбора среды общих данных для работы проектных организаций. *Инженерный вестник Дона*, № 3 (111), С. 62.

30. Кудреватых О. А. и др., 2023. К вопросу о выборе программного обеспечения для создания BIM в инженерной геологии. *Известия Тульского государственного университета. Науки о земле*, № 1, С. 283-296.

31. Воробьев С., Орельяна У.И., 2014. Информационная модель CADLib Модель и Архив: поиск коллизий на 3D-модели. *САПР и графика*, № 3, С. 45-49.

32. Пантелеев Е.Р., Мукучан А.А., 2023. Логическая модель построения пошаговой контекстной помощи пользователю САПР. *Вестник Ивановского государственного энергетического университета*, № 3, С. 68-78.

33. Родзин С.И., 2011. Организация параллельных эволюционных вычислений. *Известия Южного федерального университета. Технические науки*, Т. 120, № 7, С. 52-59.

34. Фахрутдинов А.Ю., Фетисов Л.В., 2024. Сравнение отечественного программного обеспечения по ТИМ-проектированию NanoCAD «инженерный BIM» и Model Studio CS. *Наука и образование сегодня*, № 2 (79), С. 11-13.

35. Янгиров Д.З., Латыпов В.М., 2024. Обоснование эффективности применения BIM-технологий на базе Model Studio CS. *Вестник науки*, Т. 3, № 5 (74), С. 1173-1176.

36. Васильев В.В. и др., 2020. Новые горизонты системы типового проектирования в ПАО «НК «Роснефть»: геология и разработка. *Экспозиция Нефть Газ*, № 5 (78), С. 12-15.

37. Зорин В.Д. и др., 2023. Методика автоматизации работ по проекту организации строительства с получением календарного плана и графика финансирования. *Инженерный вестник Дона*, № 2 (98), С. 611-621.

38. Кулаков Е.Д. и др., 2023. Алгоритм корректировки положения кустовых площадок при решении задачи разработки нефтяных месторождений. *Информатика и автоматизация*, Т. 22, № 2, С. 447-481.

39. Лакомых А.В., Клиценко Г.В., 2017. Концепция интерактивного проектирования. Новый подход к разработке проектной документации на строительство нефтяных и газовых скважин. *Булатовские чтения*, Т. 3, С. 138-144.
40. Дидичин Д.Г. и др., 2023. Новые инструменты ПАО «НК «Роснефть» для повышения эффективности проектирования: искусственный интеллект *Нефтяное хозяйство*, № 11, С. 50-55.
41. Цыгляну П., 2020. Обоснование требований к видам и объемам исследований при проектировании разработки мелких и очень мелких нефтяных месторождений. *Нефтегазовая геология. Теория и практика*, Т. 15, № 4, С. 37.
42. Тихонов А.С., 2019. Обзор состояния в области проектирования строительства нефтяных и газовых скважин. *Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К.В. Радугина*, Томск, 8-12 апреля 2019 г., Т. 2, С. 462-464.
43. Власов А.И., Можиль А.Ф., 2022. Обзор технологии: от цифрового к интеллектуальному месторождению. *ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти*, № 3, С. 68-74.
44. Ларссон Я., 2014. Важность повторного использования проектных решений. *САПР и графика*, № 2, С. 70-73.
45. Афанасьев А.Н., Бригаднов С.И., 2018. Методы и средства комплексной системы анализа проектных решений и обучения проектировщика. *Автоматизация процессов управления*, № 2, С. 50-57.
46. Войт Н. Н. и др., 2020. Разработка автоматизированной системы поиска проектных решений в библиотеке экземпляров проектных решений на базе онтологии. *Информационно-измерительные и управляющие системы*, Т. 18, № 1, С. 17-26.
47. Войт Н. Н. и др., 2019. Концепция повторного использования в задачах автоматизации потоков работ проектных решений. *Информатика и вычислительная техника*, Ульяновск, 27-29 мая 2019 года. URL: <https://lib.ulstu.ru/venec/2020/10.pdf> (дата обращения 20.06.2025)
48. Чернышев Ю.О., Венцов Н.Н., Панасенко П.А., 2014. Алгоритм принятия проектных решений на основе нечетких команд. *Известия Южного федерального университета. Технические науки*, № 7 (156), С. 126-134.
49. Василькин А.А., 2016. Информационная технология автоматизации поддержки поиска проектных решений стальных конструкций. *Промышленное и гражданское строительство*, № 5, С. 76-80.
50. Егоров С.Я. и др., 2010. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов, часть 2. Структура и функционирование системы (Ч. 1, см. В ИТПП № 4, 2009 г.). *Информационные технологии в проектировании и производстве*, № 1, С. 33-39.

References

1. Malysheva D.V., Malyshev A.O., 2020. Obustroistvo kustovoi ploshchadki neftepromysla [Development of the cluster site of the oilfield]. *Matritsa nauchnogo poznaniya*, № 12-2, P. 349-353.
2. Shaidullin R.R., Voronkov S.E., 2022. Osnovnye problemy pri proektirovanii razrabotki neftyanykh i gazovykh mestorozhdenii i vozmozhnye puti ikh resheniya [The main problems in the design of the development of oil and gas fields and their possible solutions]. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, № 4-1, P. 61-65.
3. Gureev S.N., 2017. Informatsionnoe modelirovanie v PAO "Gazprom neft" [Information modeling in PJSC "Gazprom Neft"]. *Effektivnoe upravlenie kompleksnymi neftegazovymi proektami (EPMI-2017)*. Saratov, 18–21 sentyabrya 2017 goda. Saratov:

Izdatel'stvo: OOO "TPS Print", P 119-121.

4. Plesovskikh V.V., 2013. Modelirovanie kustov skvazhin v sistemakh avtomatizirovannogo proektirovaniya [Modeling of well pads in computer-aided design systems]. Novye tekhnologii – neftegazovomu regionu. Tyumen': TyumGNGU, P. 333-334.

5. Gur'yanov V.V., 2017. Informatsionnoe modelirovanie v neftegazovoi otras-li. Opyt proektnogo bloka [Information modeling in the oil and gas industry. The experience of the project unit]. Effektivnoe upravlenie kompleksnymi neftegazovymi proektami (EPMI-2017). Saratov: Izdatel'stvo: OOO "TPS Print", P. 108-112.

6. Razyapov R.V., Konstantinovskii G.A., 2020. Primenenie AR-instrumentov pri otsenke tekhnologii stroitel'stva kustovykh ploshchadok i avtodorog na neftepromyslakh [The use of AR tools in evaluating the technology of construction of bush sites and highways in oil fields]. Aktual'nye problemy nauki i tekhniki. Izhevsk: Izhevskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet imeni M.T. Kalashnikova, P. 80-84.

7. Rakhovetskii G.A., Korkishko A.N., 2017. Informatsionnaya model' proekta – kak osnova optimizatsii stoimosti na vsex stadiyakh realizatsii proektov obustroistva, na primere kompanii "Gazprom nef't" [Project information model is used as a basis for cost optimization at all stages of the construction project implementation, using the example of Gazprom Neft]. Inzhenernyi vestnik Dona, Vol. 44, №. 1 (44), P. 56.

8. Abdulkadyrov I.Kh., 2017. Aktual'nye voprosy vnedreniya tekhnologii informatsionnogo modelirovaniya [Current issues of the introduction of information modeling technologies]. Effektivnoe upravlenie kompleksnymi neftegazovymi proektami (EPMI-2017). Saratov: Izdatel'stvo: OOO "TPS Print", P. 92-94.

9. Skurkan E., Bredikhin D.A., Chaikovskaya L.V., 2024. BIM i TIM proektirovanie v RF. Tekhnologii, mashiny, i oborudovanie dlya proektirovaniya, stroitel'stva ob'ektov APK [BIM and TIM design in the Russian Federation]. Kursk: Izdatel'stvo ZAO "Universitetskaya kniga", P. 294.

10. Gusarova A.A., 2023. Plan realizatsii proekta s TIM [Project implementation plan with TIM]. Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk, № 5-2 (80), P. 79-83.

11. Ivanov K.D., 2017. Upravlenie proektom i otsenka riskov pri obustroistve (stroitel'stve) ob'ektov ekspluatatsii kustovoi ploshchadki [Project management and risk assessment during the development (construction) of facilities for the operation of a bush site]. Nauka i innovatsii v XXI veke: aktual'nye voprosy, otkrytiya i dostizheniya. Penza: Nauka i prosveshchenie, P. 70-72.

12. Chumanov A.A., Koshkarov A.A., 2023. Ekspertiza informatsionnykh modelei s ispol'zovaniem kompleksnoi sistemy ModelStudio CS [Examination of information models using the integrated ModelStudio CS system]. Novye informatsionnye tekhnologii v arkhitekture i stroitel'stve. Ekaterinburg: Ural'skii gosudarstvennyi arkhitekturno-khudozhestvennyi universitet, P. 84.

13. Orel'yana U.I.O., 2017. Sozdanie informatsionnoi modeli. Planirovanie i otslezhivanie kalendar'nogo plana proekta [Creating an information model. Planning and tracking the project's calendar plan]. Effektivnoe upravlenie kompleksnymi neftegazovymi proektami (EPMI-2017). Saratov: Izdatel'stvo: OOO "TPS Print", P. 127-129.

14. Saitov A.V., 2024. Opyt vnedreniya TIM v PAO "NK "Rosneft" kak otvet na sovremennye vyzovy tsifrovizatsii stroitel'noi otrasli [Experience of implementing TIM in PJSC NC Rosneft as a response to modern challenges of digitalization of the construction industry]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta, Vol. 26, № 4, P. 199-210.

15. Subbotin D.V., 2023. Kontseptsiya vnedreniya informatsionno-stroitel'nogo modelirovaniya ob'ektov v deyatelnost' otechestvennykh kompanii [Concept of introducing information and construction modeling of facilities in the activities of domestic companies]. Industrial'naya ekonomika, № 1, P. 109-116.

16. Nafiev R.Sh., 2021. 3D modelirovanie arkhitekturno-stroitel'nykh reshenii kustovoi ploshchadki na baze po Model Studio CS [3D modeling of architectural and construction solutions for a bush site based on Model Studio CS software]. *Izbrannye doklady 67-i Universitetskoj nauchno-tekhnicheskoi konferentsii studentov i molodykh uchenykh*. P. 217-219. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46641958&pff=1> (data obrashcheniya 19.06.2025)
17. Petukhov M.S., 2019. Razrabotka sistemy telesignalizatsii i upravleniya kustovoi ploshchadki [Development of a telesignalization and management system for a cluster site]. URL: https://earchive.tpu.ru/handle/11683/54649?ysclid=mc368vv14r6_26489022 (data obrashcheniya 19.06.2025)
18. Novoselov V.A., 2021. Avtomatizatsiya kustovoi ploshchadki [Automation of a cluster site]. URL: <https://earchive.tpu.ru/jspui/handle/11683/67287?ysclid=mc36cgnhhs531512961> (data obrashcheniya 19.06.2025)
19. Vorob'ev A.E., Khonore T., Vorob'ev K.A., 2018. Tsifrovizatsiya neftyanoi promyshlennosti: "intellektual'nyi" neftepromysel [Digitalization of the oil industry: an "intelligent" oilfield]. *Vestnik evraziiskoi nauki*, Vol. 10, № 3, P. 71.
20. Samokhvalov N.S., 2020. Opreделение kachestva vody dlya nuzhd sistemy PPD . [Determination of water quality for the needs of the PPD system]. *Vestnik magistratury*, №. 2-6, P. 23.
21. Ibraev R.B., 2022. Razrabotka i issledovanie avtomatizirovannoi sistemy upravleniya kustovoi ploshchadki dobychi nefti [Development and research of an automated control system for an onshore oil production site]. URL: <https://earchive.tpu.ru/handle/11683/71556?ysclid=mc36gn9fyh348117030> (data obrashcheniya 19.06.2025)
22. Kapustin A.I., Mokrev A.A., Shakshin V.P., 2022. Optimizatsiya skhem razburivaniya kustovykh ploshchadok s ispol'zovaniem metodov dinamicheskogo programmirovaniya [Optimization of drilling schemes for bush sites using dynamic programming methods]. *Aktual'nye problemy neftegazovoi otrasli*, P. 314-325.
23. Petrov M.V. i dr., 2019. Predproektnaya tekhnicheskaya otsenka vozmozhnosti stroitel'stva skvazhin i optimizatsiya raspolozheniya kustovykh ploshchadok [Predesign technical assessment of the feasibility of well construction and optimization of the location of well pads]. *Stroitel'stvo neftyanikh i gazovykh skvazhin na sushe i na more*, № 1, P. 5-10.
24. Mulyavin S.F., Byakov A.V., Neshchadimov R.A., 2023. Osobennosti razrabotki neftegazokondensatnogo mestorozhdeniya Tomskoi oblasti [Features of the development of an oil and gas condensate field in the Tomsk region]. *Nauka. Innovatsii. Tekhnologii*, № 3, P. 137-156.
25. Valeev D.R., 2017. Otsenka vozmozhnosti avtomatizatsii raboty geologicheskikh sluzhbb neftegazodobyvayushchikh predpriyatii putem razrabotki PO na osnove nechetkoi logiki [Assessment of the possibility of automating the work of geological services of oil and gas producing enterprises by developing software based on fuzzy logic]. *International Journal of Advanced Studies*, Vol. 7, № 1-2, P. 25-30.
26. Kozlov I.A., Kupreeva E.N., 2016. Sovremennye metody ispolnitel'noi s"emki kustovykh ploshchadok na mestorozhdenii nefti [Modern methods of performing survey of well pads at an oil field]. *Vklad molodykh uchenykh v reshenie sovremennykh problem geodezii, zemleustroistva i kadastra dlya obespecheniya ustoychivogo razvitiya ekonomiki Priirtysh'ya*. Omsk, 04-07 aprelya 2016 goda, P. 86-89. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=wpqpkb&ysclid=mc8xwm0x5m134403647> (data obrashcheniya 20.06.2025)
27. Dolgikh V.V., Maistrenko E.V., 2023. Obzor proizvodstvennykh faktorov i avariinykh situatsii pri neftedobyche [Review of production factors and emergency situations in oil production]. *Bezopasnyi Sever – chistaya Arktika*. Surgut, 13-14 aprelya 2023 goda, P. 108-110. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=bqcpao&ysclid=mc8y3gjqi247125467> (data obrashcheniya 20.06.2025)

28. Suetin S.N., Gubaidullin D.V., Marchenko D.O., 2023. Teoretiko-metodologicheskie aspekty primeneniya sovremennykh tekhnologii upravleniya na predpriyatiyakh neftyanoi i gazovoi promyshlennosti [Theoretical and methodological aspects of the application of modern management technologies in the oil and gas industry]. Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya "Ekonomika i pravo", Vol. 33, № 1, P. 91-96.
29. Mukhar'yamov I.R., 2024. Osnovnye kriterii vybora sredy obshchikh dannykh dlya raboty proektnykh organizatsii [The main criteria for choosing a common data environment for the work of project organizations]. Inzhenernyi vestnik Dona, № 3 (111), P. 62.
30. Kudrevatykh O. A. i dr., 2023. K voprosu o vybore programmnoho obespecheniya dlya sozdaniya BIM v inzhenernoi geologii [On the issue of choosing software for creating BIM in engineering geology]. Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o zemle, № 1, P. 283-296.
31. Vorob'ev S., Orel'yana U.I., 2014. Informatsionnaya model' CADLib Model' i Arkhiv: poisk kollizii na 3D-modeli [CADLib Information Model and Archive: Search for collisions on a 3D model]. SAPR i grafika, № 3, P. 45-49.
32. Panteleev E.R., Mukuchyan A.A., 2023. Logicheskaya model' postroeniya poshago-voi kontekstnoi pomoshchi pol'zovatelyu SAPR [A logical model for building step-by-step contextual assistance to a CAD user]. Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta, № 3, P. 68-78.
33. Rodzin S.I., 2011. Organizatsiya parallel'nykh evolyutsionnykh vychislenii [Organization of parallel evolutionary calculations]. Izvestiya Yuzhnogo federal'nogo universiteta. Tekhnicheskie nauki, Vol. 120, № 7, P. 52-59.
34. Fakhrutdinov A.Yu., Fetisov L.V., 2024. Sravnenie otechestvennogo programmnogo obespecheniya po TIM-proektirovaniyu NanoCAD "inzhenernyi BIM" i Model Studio CS [Comparison of domestic software for team design nanoCAD "engineering BIM" and Model Studio CS]. Nauka i obrazovanie segodnya, № 2 (79), P. 11-13.
35. Yangirov D.Z., Latypov V.M., 2024. Obosnovanie effektivnosti primeneniya BIM-tekhnologii na baze Model Studio CS [Justification of the effectiveness of using BIM technologies based on Model Studio CS]. Vestnik nauki, Vol. 3, № 5 (74), P. 1173-1176.
36. Vasil'ev V.V. i dr., 2020. Novye gorizonty sistemy tipovogo proektirovaniya v PAO "NK "Rosneft": geologiya i razrabotka [New horizons of the standard design system in PJSC NK Rosneft: geology and development]. Ekspozitsiya Neft' Gaz, № 5 (78), P. 12-15.
37. Zorin V.D. i dr., 2023. Metodika avtomatizatsii rabot po projektu organizatsii stroitel'stva s polucheniem kalendar'nogo plana i grafika finansirovaniya [Methodology of automation of work on the design organization of construction with the receipt of a calendar plan and a graph of financing]. Inzhenernyi vestnik Dona, № 2 (98), P. 611-621.
38. Kulakov E.D. i dr., 2023. Algoritm korrektsirovki polozheniya kustovykh ploshchadok pri reshenii zadachi razrabotki neftyanykh mestorozhdenii [Algorithm for correcting the position of cluster sites when solving the problem of developing oil fields]. Informatika i avtomatizatsiya, Vol. 22, № 2, P. 447-481.
39. Lakomykh A.V., Klitsenko G.V., 2017. Kontseptsiya interaktivnogo proektirovaniya [The concept of interactive design]. Novyi podkhod k razrabotke proektnoi dokumentatsii na stroitel'stvo neftyanykh i gazovykh skvazhin. Bulatovskie chteniya, Vol. 3, P. 138-144.
40. Didichin D.G. i dr., 2023. Novye instrumenty PAO "NK "Rosneft" dlya povysheniya effektivnosti proektirovaniya: iskusstvennyi intellekt Neftyanoe khozyaistvo [New tools of PJSC NC Rosneft for improving design efficiency: Artificial Intelligence]. № 11, P. 50-55.
41. Tsyglyanu P., 2020. Obosnovanie trebovaniy k vidam i ob'emam issledovaniy pri proektirovanii razrabotki melkikh i ochen' melkikh neftyanykh mestorozhdenii [Substantiation of the requirements for the types and volumes of research in the design of the develop-

ment of small and very small oil fields]. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*, Vol. 15, № 4, P. 37.

42. Tikhonov A.S., 2019. Obzor sostoyaniya v oblasti proektirovaniya stroitel'stva neftyanykh i gazovykh skvazhin [Review of the state in the field of design of construction of oil and gas wells]. *Problemy geologii i osvoeniya nedr: trudy XXIII Mezhdunarodnogo simpoziuma imeni akademika M.A. Usova studentov i molodykh uchenykh, posvyashchennogo 120-letiyu so dnya rozhdeniya akademika K.I. Satpaeva, 120-letiyu so dnya rozhdeniya professora K.V. Radugina*, Tomsk, 8-12 aprelya 2019 g., Vol. 2, P. 462-464.

43. Vlasov A.I., Mozhchil' A.F., 2022. Obzor tekhnologii: ot tsifrovogo k intellektual'nomu mestorozhdeniyu [Technology review: from digital to intelligent deposit]. *PRONEFT'. Professional'no o nefti*, № 3, P. 68-74.

44. Larsson Ya., 2014. Vazhnost' povtornogo ispol'zovaniya proektnykh reshenii [Importance of reusing project solutions]. *SAPR i grafika*, № 2, P. 70-73.

45. Afanas'ev A.N., Brigadnov S.I., 2018. Metody i sredstva kompleksnoi sistemy analiza proektnykh reshenii i obucheniya proektirovshchika [Methods and tools of a comprehensive system for analyzing design solutions and training designers]. *Avtomatizatsiya protsessov upravleniya*, № 2, P. 50-57.

46. Voit N.N. i dr., 2020. Razrabotka avtomatizirovannoi sistemy poiska proektnykh reshenii v biblioteke ekzemplarov proektnykh reshenii na baze ontologii [Development of an automated system for searching for design solutions in a library of copies of design solutions based on ontology]. *Informatsionno-izmeritel'nye i upravlyayushchie sistemy*, Vol. 18, № 1, P. 17-26.

47. Voit N.N. i dr., 2019. Kontseptsiya povtornogo ispol'zovaniya v zadachakh avtomatizatsii potokov rabot proektnykh reshenii [Concept of reuse in automation tasks of work flows of design solutions]. *Informatika i vychislitel'naya tekhnika*, Ul'yanovsk, 27-29 maya 2019 goda. URL: <https://lib.ulstu.ru/venec/2020/10.pdf> (data obrashcheniya 20.06.2025).

48. Chernyshev Yu.O., Ventsov N.N., Panasenko P.A., 2014. Algoritm prinyatiya proektnykh reshenii na osnove nechetkikh komand . [Algorithm for making design decisions based on fuzzy commands]. *Izvestiya Yuzhnogo federal'nogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*, № 7 (156), P. 126-134.

49. Vasil'kin A.A., 2016. Informatsionnaya tekhnologiya avtomatizatsii podderzhki poiska proektnykh reshenii stal'nykh konstruksii [Information technology for automating support for the search for design solutions for steel structures]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, № 5, P. 76-80.

50. Egorov S.Ya. i dr., 2010. Avtomatizirovannaya informatsionnaya sistema podderzhki proektnykh reshenii po komponovke promyshlennykh ob'ektov, chast' 2. Struktura i funktsionirovanie sistemy (Ch. 1, sm. V ITPP № 4, 2009 g.) [Automated information system for supporting design decisions on the layout of industrial facilities part 2. The structure and functioning of the system (see Part 1 in ITPP No. 4, 2009)]. *Informatsionnye tekhnologii v proektirovanii i proizvodstve*, № 1, P. 33-39.