

## ПРИМЕНЕНИЕ ДАТА-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА В ПРОЦЕССАХ ИНЖИНИРИНГА КАК ЭЛЕМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ АО «НИПИГАЗ»)

А.А. Федосов, А.В. Иванов, С.А. Лебедев,  
М.Е. Баландов, Д.Н. Шабанова (АО «НИПИГАЗ»)

*Рассматриваются методические основы построения системы управления инженерными данными применительно к деятельности предприятий, осуществляющих проектный инжиниринг в области нефте- и газопереработки. Предложена концептуальная целевая схема потоков данных на примере АО «НИПИГАЗ», базирующаяся на информационной модели объекта, которая возникает на ранних этапах проекта, развивается по ходу реализации проекта, используется различными участниками проекта в зависимости от их ролей и решаемых задач.*

*Ключевые слова: система управления инженерными данными, информационный поток, обмен данными, тэг, принятие решений.*

В настоящее время существенно возрастает поток информации, требующей оперативной обработки и анализа при принятии технических и управленческих решений. Все действия должны быть обоснованы и опираться на актуальную информацию о состоянии производственного процесса. Именно поэтому ключевым фактором, оказывающим значительное влияние на эффективное функционирование предприятий, является информационное обеспечение с минимальным применением бумажного документооборота и максимальным использованием инженерных информационных систем и баз данных. Все это требует разработки соответствующих решений, позволяющих различными методами интегрировать существующие на предприятии информационные потоки между собой и автоматизировать управление процессами, в том числе в области управления инженерными данными в рамках процессов жизненного цикла проекта.

В соответствии с требованиями ФЗ от 28 июня 2014 г. №172-ФЗ «О стратегическом планировании в РФ» указом Президента РФ от 01.12.2016 № 642 принята «Стратегия научно-технологического развития РФ до 2035 г.», предусматривающая переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта. Переход к практической реализации программы создания единого цифрового пространства

промышленности «4.0 RU» свидетельствует о том, что в России формируется принципиально новая киберфизическая среда, направленная на обеспечение прозрачности жизненного цикла изделий и оперативное управление изменениями от этапа конструирования до доставки готовой продукции в адрес заказчика (<https://www.pwc.kz>).

В связи с этим в современных условиях функционирования предприятий возникает необходимость поиска новых путей к решению задач, связанных не только с переходом от бумажной технологии обращения инженерных данных к электронной технологии, но и с информационной поддержкой всего жизненного цикла этих данных. Одним из таких путей является внедрение системы управления инженерными данными.

Рассмотрим методический подход к внедрению системы управления инженерными данными (СУИД) на примере АО «НИПИГАЗ» (НИПИГАЗ).

НИПИГАЗ участвует в реализации крупнейших инвестиционных проектов. Осуществляет управление проектом Амурского газоперерабатывающего завода «Газпрома» в качестве генерального подрядчика, выступает ЕРС-подрядчиком<sup>1</sup> проекта «Арктик СПГ 2» НОВАТЭКа в составе совместного предприятия с TechnipFMC и Saipem. В рамках проекта Амурского горно-химического комбината (ГХК) НИПИГАЗ выступает в консорциуме с Linde EP-подрядчиком установки пиролиза, а также ЕРС-подрядчиком объектов общезаводского хозяйства. В течение последнего года НИПИГАЗ завершил проект строительства обще-

<sup>1</sup> ЕРС (Engineering, procurement and construction) — способ контрактования в строительной отрасли. При использовании ЕРС-контракта подрядчик несет ответственность перед заказчиком в области инжиниринга (engineering) — изыскательные, проектные и согласовательные работы; снабжения (procurement) — производит выбор и закупку материалов и оборудования для выполнения всего проекта; строительства (construction) — выполняет строительные, сборочные и пусконаладочные работы.

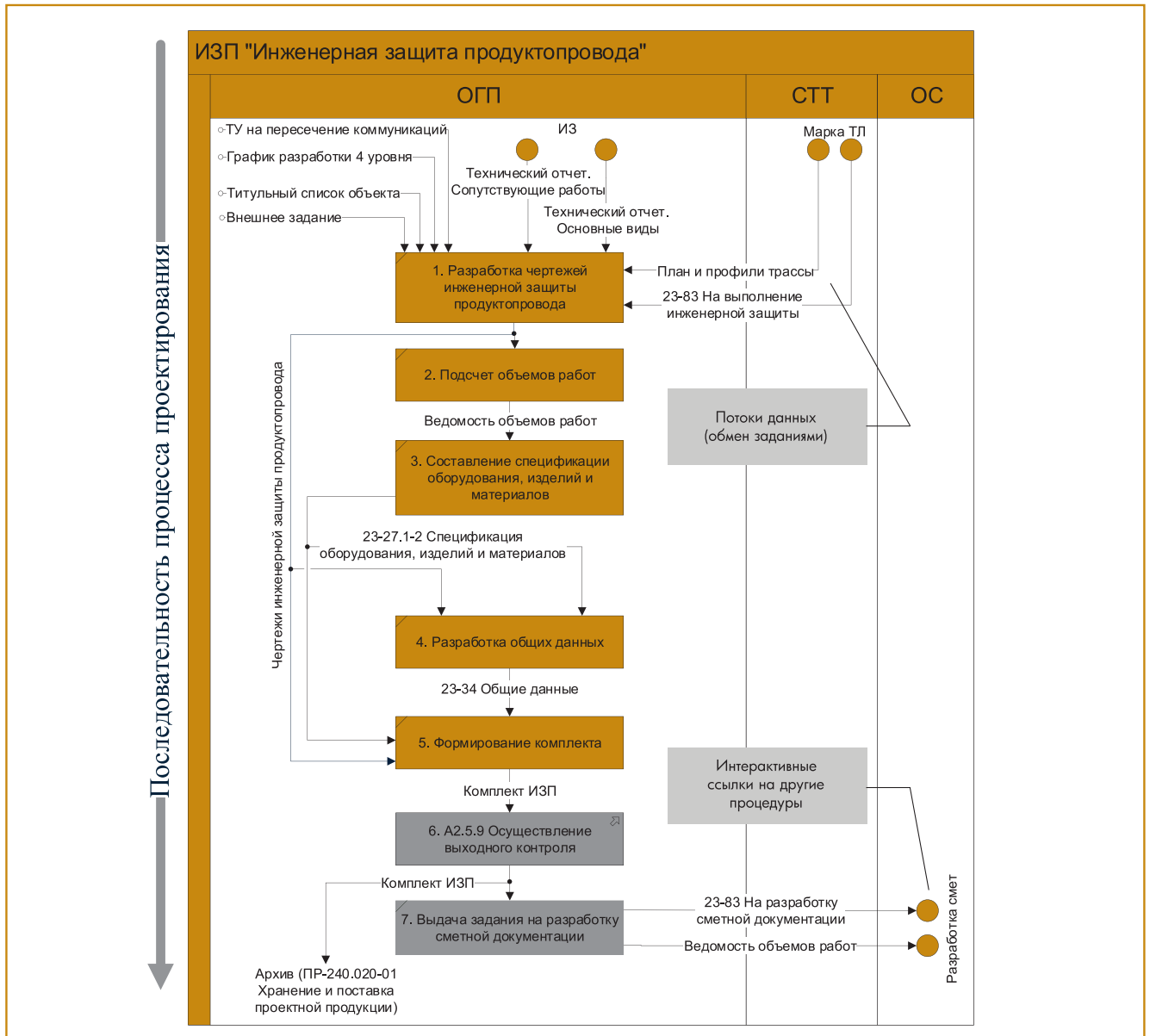


Рис. 1. Пример модели процесса по разработке ИЗП (инженерной защиты продуктопровода)

заводского хозяйства (ОЗХ) «ЗапСибНефтехима» СИБУРа, который вышел на проектную мощность, управление строительством установки «Евро+» Московского НПЗ «Газпром нефть», запущенной в работу в III квартале 2020 г., и ЕРС-проект по строительству ОЗХ в рамках модернизации Омского НПЗ «Газпром нефть».

В НИПИГАЗе разработана, задокументирована, внедрена и поддерживается в актуальном состоянии интегрированная система менеджмента, включающая систему менеджмента качества по ИСО 9001:2015, систему экологического менеджмента по ИСО 14001:2015 и систему менеджмента охраны здоровья и безопасности труда по ИСО 45001:2018. Неотъемлемая часть интегрированной системы менеджмента НИПИГАЗа — это моделирование процессов и их регламентация с использованием ПО Business Studio [1], в том числе процессов инжиниринга (разработки рабочей

и проектной документации), которые послужили основополагающими элементами при внедрении СУИД в НИПИГАЗе.

Модель процесса инжиниринга в НИПИГАЗе (рис. 1) представляет собой интерактивную последовательность шагов, необходимых для разработки, например, рабочей документации определенного комплекта марки, и связанных по входам/выходам потокам данных [2]. Модель автоматически преобразуется в документ (процедуру разработки марки) по утвержденному шаблону НИПИГАЗа.

Как видно из рис. 1, все действия процесса соединены между собой потоками данных (стрелками). В процедурах содержатся междиаграммные ссылки (круги), обозначающие связи между разработкой марок/разделов. Междиаграммными ссылками заменяют работы по выдаче тех заданий смежными дисциплинами, которые инициируют разработку указанной марки

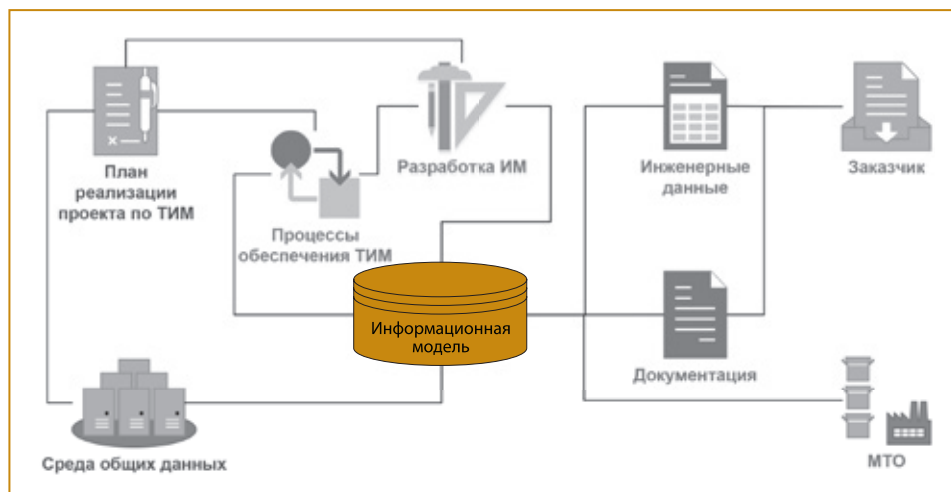


Рис. 2. Концептуальная целевая схема потоков в рамках СУИД НИПИГАЗа, где ИМ – информационная модель, ТИМ – технология информационного моделирования



Рис. 3. Элементы системной архитектуры СУИД НИПИГАЗа

(раздела). При этом отображаются входящие информационные потоки, полученные от смежной дисциплины. Соответственно, в процедуру по разработке марки включаются работы по выдаче заданий для разработки другой марки. Работы, включенные в процедуру, составляют список, который возможно применять для составления графика обмена заданиями. Таким образом, совокупность всех процедур должна составлять исчерпывающий перечень работ, необходимых для разработки всех комплектов документации на рассматриваемом объекте.

Для повышения эффективности процессов инжиниринга и автоматизации процесса обмена инженерными данными при выполнении междисциплинарных заданий и заполнении опросных листов используется дата-ориентированный метод взаимодействия дисциплин посредством СУИД.

<sup>2</sup> Раздел проекта ТХ – выполняется для описания и обоснования операций технологического процесса. В нем отражается способ получения готовой продукции с требуемым качеством и рациональным использованием сырья.

Концептуальная (целевая схема) потоков в рамках СУИД НИПИГАЗа представлена на рис. 2, а элементы системной архитектуры – на рис. 3. Здесь представлены источники данных: ОЛ – опросный лист, МТО – материально-техническое обеспечение, 1С СΟΥ – система оперативного учета и регистрации документов МТО, САПР. Единый каталог – это централизованный каталог материалов и генератор закупочных кодов. EDW – сбор и валидация данных единой информационной модели (передача заказчику).

Как видно из рис. 3, СУИД НИПИГАЗа – это единая информационная система, предназначенная для создания, сбора, хранения и управления инженерными данными. Система собирает и связывает между собой проектные позиции оборудования (теги) и их технические характеристики из 3D-моделей, схем Р&ID и различных САПР, тем самым, обеспечивая взаимодействие нескольких проектных команд между собой. СУИД НИПИГАЗа подразумевает работу в единой базе данных проекти-

руемого объекта, в которой хранится вся актуальная информация по проекту, а пользователи имеют полный набор инструментов для работы с инженерными данными, включая создание, загрузку из других систем, синхронизацию на базе ролевой модели доступа к объектам и атрибутам, управление изменениями.

Данные в СУИД интегрируются с данными системы трехмерного проектирования, системы создания технологических схем – другим инженерным ПО. Работа с тегами, опросными листами, а также междисциплинарный обмен данными выполняется внутри единой инженерной базы, что позволяет не только повысить прозрачность управления инженерной информацией, но структурировать ее с использованием классификатора объектов и атрибутов.

СУИД НИПИГАЗа предоставляет функциональность по управлению (созданию, изменению) модели

инженерных данных и позволяет создавать пользовательские сущности данных, в том числе для ведения справочников по заданным параметрам, а также имеет интерфейс пользователя для работы по расширению существующих структур и справочников в рамках СУИД.

Сущности данных, используемые для обеспечения взаимодействия дисциплин, включают:

- классы — описание информационного представления в системе функционального или физического элемента технологического объекта;

- определение взаимосвязей — определяют организацию логических связей между различными классами. Если между классами определена взаимосвязь, то объекты данных классов могут быть связаны в соответствии с заданными во взаимосвязи параметрами, а интерфейс системы позволяет осуществлять навигацию (переходы) по данной связи с одного объекта на другой;

- структуры — древовидные/иерархические графы, узлами которых являются объекты классов, а ребрами — взаимосвязи типа «родитель-потомок» между объектами (пример: название объекта «Насос» является подклассом «Оборудование»);

- атрибуты класса — характеристики элемента, определяемого заданным классом, представляющие из себя перечень атрибутов класса и их наименования. Пример: высота, масса, рабочее давление и т.п.;

- единицы измерения — системные списки единиц измерения, которые могут быть назначены атрибутам классов;

- тип данных — тип данных, назначенный атрибуту класса для представления характеристики элемента.

Кроме того, СУИД НИПИГАЗа позволяет задавать требования к содержанию атрибутов класса (например, пороговые значения) для проведения проверки данных, а также использовать данные из справочников для проведения расчетов и автоматического вычисления инженерных данных.

Внедрение СУИД в НИПИГАЗе состоит из ряда последовательных этапов.

Шаг 1 предусматривает издание приказа по предприятию о начале работ по внедрению СУИД. Проект по внедрению СУИД оформляется как документ, имеющий свои цели, сроки и ресурсы. При выполнении этого действия формируется состав рабочей группы по внедрению СУИД на предприятии.

Шаг 2 предполагает обучение участников рабочей группы с привлечением внешнего консультанта на базе выбранной платформы СУИД.

Шаг 3 включает диагностический аудит (GAP-анализ) — анализ текущей ситуации на предприятии с целью внедрения СУИД, а также подготовку плана-графика соответствующих работ.

Шаг 4 рассчитан на то, что работники предприятия совместно с представителями фирмы-разработчика определяют жизненные циклы для всех типов данных, а также правила поведения этих данных на каждом шаге жизненного цикла.

Шаг 5 связан с документированием процессов СУИД, то есть установлением основных принципов функционирования системы управления инженерными данными. В НИПИГАЗе применяется процессный подход к описанию деятельности предприятия, базирующийся на постулатах риск-ориентированного мышления («risk-based thinking» в соответствии с требованиями ИСО 9001:2015) [3], однако степень документирования элементов СУИД определяется предприятием самостоятельно, в зависимости от специфики его деятельности. В рамках реализации данного шага перед членами рабочей группы стояла задача разработать методологию управления инженерными данными и затем настроить систему в стандартной конфигурации для управления технологическими объектами и характеристиками, опросными листами, а также настроить процессы обмена данными в рамках междисциплинарного взаимодействия. Результатом проделанной работы стал стандарт предприятия (СТП) по системе управления инженерными данными в НИПИГАЗе, описывающий модель представления инженерных проектных данных (в электронном виде) и методы их дальнейшей обработки.

В НИПИГАЗе теги создаются в системах автоматизированного проектирования (САПР), которые выступают источниками данных, и затем с помощью механизмов интеграции, собираются в едином хранилище инженерной информации — мастер-системе для хранения и управления проектным реестром объектов. На базе полученного реестра тегов насыщается состав инженерных данных каждого тега (технические характеристики), а также выполняются процедуры междисциплинарного взаимодействия по заполнению характеристик. При этом каждая дисциплина работает только со своей группой характеристик тэга. После этапа наполнения тэгов характеристиками в системе становятся доступны функции формирования опросных листов по ранее определенным шаблонам и выпуск требуемых перечней данных. Каждый тег и его характеристики распределены согласно модели (классификатора) данных.

В процессе интеграции СУИД устанавливает «жесткую» взаимосвязь между идентичными объектами мастер-системы, чтобы обеспечить оперативное управление изменениями ТХ объекта<sup>2</sup> и формирование целостного «цифрового двойника» для следующих стадий развития проекта.

СУИД НИПИГАЗа также ограничивает возможность ошибки, контролируя доступ к данным на основе настройки групп пользователей и контроля «ролевой модели» доступа к данным посредством разделения прав и полномочий пользователей и ограничений доступных для нее операций. Помимо этого, СУИД сконфигурирована таким образом, что позволяет осуществлять протоколирование событий, включая действия пользователей и резервное копирование данных.

Ведущее место в рамках внедрения СУИД в НИПИГАЗе отводится организации и проведению технических сессий по технологии работы и обмену опытом

по работе с инженерными данными в системе. Поскольку предложенная модель СУИД имеет многоуровневую архитектуру, то немаловажное значение играет настройка опросных листов в рамках междисциплинарного взаимодействия на конкретном проекте, а также интеграция данных между СУИД и различными 3D-САПР и дальнейшее масштабирование системы в рамках всего предприятия.

Если до внедрения СУИД в НИПИГАЗе большая часть работ по проверке и доработке инженерных данных на проектах осуществлялись в Excel в ручном режиме, то по итогам внедрения СУИД пользователю предоставлена возможность работать внутри единой мультидисциплинарной базы данных и с настроенными шаблонами типовых отчетов по любому подмножеству данных системы (например, перечень линий). При этом отчеты могут выгружаться из системы в виде файлов .xlsx и .pdf. Для каждого тэга в системе предусмотрена система статусов, а в зависимости от статуса настроена соответствующая цветовая дифференциация параметров.

Отметим, что Главгосэкспертиза России представила «Методические рекомендации по подготовке информационной модели объекта капитального строительства, представляемой на рассмотрение в ФАУ «Главгосэкспертиза России» в связи с проведением государственной экспертизы проектной документации и оценки информационной модели объекта капитального строительства» (<https://gge.ru>). В документе содержатся коды цветовых решений систем и сетей инженерно-технического обеспечения информационной модели, предназначенные для визуальной оценки взаимосвязи объемно-планировочных и инженерных решений, что подчеркивает актуальность построения СУИД на уровне предприятий, действующих в различных отраслях промышленности.

Из этого следует, что анализ распределенной структуры объекта управления («цифровой сущности»), а также требований к обмену данными между различными процессами, протекающими на уровне предприятия, описанными в соответствующих рабочих инструкциях по организации контроля за качеством выпускаемой проектной продукции, дает основание определить степень соответствия действующей системы менеджмента предприятия установленным требованиям и в случае выявления каких-либо несоответствий принять меры по их устранению, в том числе применительно к анализируемому элементу СУИД.

Шаг 6. Проведение внутреннего аудита процесса «Управление инжинирингом». Внутренние проверки осуществляются группой аудиторов (из числа работни-

ков управления качеством и интегрированной системы менеджмента) на плановой основе (в соответствии с утвержденной программой), на базе которой формируется план на месяц, где указываются состав аудиторской группы, сроки и критерии проведения аудита. При необходимости, в состав группы аудиторов привлекаются технические эксперты в той или иной области деятельности (в зависимости от объекта проверки) из состава работников НИПИГАЗа.

Шаг 7. Анализ работы СУИД, который проводится как составная часть анализа функционирования интегрированной системы менеджмента предприятия в соответствии с заданной периодичностью на уровне руководства с учетом требований п. 9.1.3 «Анализ и оценка» ИСО 9001:2015. По итогам анализа формируется соответствующая дорожная карта с перечнем мероприятий по улучшению и с назначением ответственных лиц за ее выполнение.

Шаг 8. Пополнение базы «Цифровой архив» НИПИГАЗа – по результатам анализа реализованных проектов формируется информационный отчет об опыте проектирования объекта («отчет о выученных уроках»), в котором фиксируются лучшие практики и зоны, требующие особого внимания при реализации будущих проектов.

В заключение отметим, что представленный методический подход к построению СУИД на примере АО «НИПИГАЗ» позволит и другим предприятиям нефтегазового комплекса не только выстроить комплексную систему взаимодействующих элементов, но и повысить эффективность проектных работ в части задач междисциплинарного и междисциплинарного взаимодействия. Все это станет возможным за счет перевода инженерных данных в цифровую информационную модель объекта проектирования и создания замкнутого контура обмена информацией внутри проектной базы данных.

#### Список литературы

1. Шабанова Д.Н., Заргано М.Г., Александрова А.В., Нелина В.В. О совершенствовании системы менеджмента по ИСО 9001:2015 // Стандарты и качество. 2017. № 6. С. 100-103.
2. Заргано М.Г., Шабанова Д.Н. Интегрированная система менеджмента инжиниринговой компании // Сертификация. 2015. № 1. С. 13-18.
3. Шабанова Д.Н., Заргано М.Г., Александрова А.В. Структурное моделирование бизнес-процессов инжиниринговой компании нефтегазового профиля как способ повышения эффективности ее деятельности // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2015. №6. С. 38-42.

**Федосов Александр Александрович** — Директор, Краснодарский инжиниринговый центр АО «НИПИГАЗ»,  
**Иванов Алексей Витальевич** — Директор по управлению инжинирингом, **Лебедев Сергей Александрович** —  
 Руководитель проекта, Управление информационными данными, **Баландов Михаил Евгеньевич** — Менеджер  
 Поддержка инженерных данных, Управление информационными данными, **Шабанова Дарья Николаевна** — канд.  
 техн. наук, Менеджер, Методологическое обеспечение, Краснодарский инжиниринговый центр АО «НИПИГАЗ»  
 (г. Краснодар).

E-mail: [ShabanovaDN@nipigas.ru](mailto:ShabanovaDN@nipigas.ru)