

УДК 66.013:665.6

С. С. Латышев, А. И. Юсевич

Белорусский государственный технологический университет

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

В статье рассмотрены особенности прединвестиционной и инвестиционной стадий проектирования промышленных нефтехимических объектов в Республике Беларусь. Приведен состав документов, выпускаемых на прединвестиционной стадии. Описана последовательность разработки проектной документации с выпуском проекта в одну или две стадии. Рассмотрены типовые проектные организации нефтехимического и энергетического сектора Беларуси и Казахстана с анализом состава по основным отделам. Приведен список основных марок проектной документации.

Показана последовательность работ от получения технического задания от заказчика до начала разработки проектной документации всеми отделами. Рассмотрены основные этапы разработки проектной документации (планирование, проектирование, выпуск) с описанием. Для каждого этапа приведены примеры используемого программного обеспечения (ПО) с описанием основных преимуществ выбранных программ. Приведены положительные примеры используемой системы автоматизированного проектирования (САПР) на реальных объектах.

Большое внимание уделено современной тенденции проектирования с использованием BIM-технологий, описаны основные уровни развития данной технологии и ее значимость в современном мире. Приведены примеры сокращения издержек при внедрении BIM-подхода в проектировании.

Показаны шаги, предпринимаемые государством в области реализации современного подхода к проектированию и строительству промышленных нефтехимических объектов.

Ключевые слова: проектная документация, архитектурный проект, строительный проект, PFD, P&ID, BIM, нефтехимический комплекс, 3D проектирование, планирование, САПР.

S. S. Latyshau, A. I. Usevich

Belarusian State Technological University

**MODERN TRENDS IN DESIGN
OF INDUSTRIAL PETROCHEMICAL FACILITIES**

The article describes the features of pre-investment and investment stages of the design of industrial petrochemical facilities in the Republic of Belarus. The set of documents issued at the pre-investment stage is provided. The sequence of the project documentation development with the release of single or two-stage projects is described. The typical design organizations of the Belarusian and Kazakhstan petrochemical and power sectors along with the analysis of the structure of the main departments are examined. The list of main disciplines of design documentation is given.

The work sequence starting from receiving the Client's technical assignment to the beginning of the design documentation development by all departments is shown. The main stages of the design documentation development (planning, design, release) with the description are reviewed. Examples of the software used for each stage describing the main advantages of the selected programs are specified. Positive examples of CAD use at real projects are provided.

Much attention is paid to the modern BIM technology trends used in the design. The main development levels of this technology and its significance in the modern world are described. Examples of cost reduction while implementing the BIM approach in the design are given.

The State specific steps related to implementation of a modern approach in design and construction of industrial petrochemical facilities are shown.

Key words: design documentation, architectural design, construction design, PFD, P&ID, BIM, industrial petrochemical facilities, 3D, planning.

Введение. К проектам нефтехимических производств предъявляют серьезные требования по экологической, экономической, технологической и конструктивной частям. При этом сроки выполнения проектных и строительных

работ становятся все короче. Для соответствия современным требованиям необходимо закладывать передовые решения еще на стадии проработки концепции будущего производства. В этой ситуации на первый план выходит ин-

женер-проектировщик. Его квалификация и владение современными САПР во многом определяют успех реализации всего проекта.

Основная часть. В Республике Беларусь для проектирования промышленных объектов 1–4 класса [1] сложности выделяют две стадии: прединвестиционную и инвестиционную.

Прединвестиционная стадия включает в себя [2]:

- разработку предпроектной документации, необходимой для архитектурной и инженерной подготовки к реализации инвестиционного проекта в строительстве;
- финансовую и экономическую оценку инвестиционного проекта;
- подготовку и выдачу комплекта разрешительной документации на проектирование, возведение, реконструкцию и (или) реставрацию объектов строительства.

Инвестиционная стадия включает в себя [2]:

- разработку проектной документации, необходимой для проектного обеспечения реализации инвестиционного проекта в строительстве;
- возведение объекта и ввод его в эксплуатацию;
- государственную регистрацию создания объекта недвижимости и возникновения прав на него.

На прединвестиционной стадии разрабатывают следующие документы:

- декларация о намерениях;
- обоснование инвестиций и план управления проектом;
- бизнес-план (в установленных случаях);
- задание на проектирование.

Состав вышеприведенных документов подробно описан в приложениях А–Ж ТКП 45-1.02-298-2014.

Для проектирования наибольший интерес и значение представляет задание на проектирование (ЗнП), состав которого указан в приложении Е ТКП 45-1.02-298-2014. Не менее важным является перечень исходных данных, где приведены технические условия (ТУ) и разрешительные документы на проектирование.

Для качественного составления ЗнП и ТУ уже на прединвестиционной стадии необходимо иметь модель будущего производства, где учтены все качественные и количественные показатели, определена основная технология и основное оборудование, рассчитана площадь производства и каждого здания, определена технология вспомогательных производств и многое другое. Для решения такой комплексной задачи в сжатые сроки уже не достаточно просто навыков проектировщиков и выполнения «по старинке», с получением традиционных чертежей – необходим совре-

менный подход и передовое программное обеспечение (ПО).

После получения от заказчика задания на проектирование с перечнем исходных данных и инженерных изысканий, инженер-проектировщик приступает к разработке проектной документации на инвестиционной стадии. В ЗнП заказчик определяет стадийность проекта. При разработке проекта в одну стадию делают строительный проект (стадия «С»), который является одновременно и утверждаемой частью. При двухстадийном проектировании делают архитектурный проект (стадия «А», утверждаемая первая стадия), и строительный проект (вторая стадия).

Архитектурный проект – стадия разработки проектной документации на возведение, реконструкцию, реставрацию, капитальный ремонт, благоустройство объекта строительства, в ходе которой создается система взаимосвязанных проектных документов, обеспечивающих представление о размещении, физических параметрах, художественно-эстетических качествах объекта строительства, а также о возможных последствиях его воздействия на окружающую среду и определяющих технико-экономические показатели объекта строительства.

Строительный проект – стадия разработки проектной документации, в ходе которой создается система взаимосвязанных проектных документов, обеспечивающих непосредственную реализацию инвестиций в строительство.

При разработке проекта в две стадии соотношение стоимости стадии «А» и стадии «С» оценивается как 40% к 60% (Постановление № 11 МАС РБ от 21.03.2014). При этом соотношение объема работ, которые надо выполнить на стадии «А», к стадии «С» можно оценить как 60% к 40%. Это обусловлено тем, что стадия «А» является утверждаемой в экспертизе и отклонение от решений архитектурного проекта на стадии «С» нежелательно. Также на экспертизу необходимо предоставить сметы проекта, а это подразумевает оценку всего объема работ, материалов и других затрат, и если проект уникальный, то эту информацию невозможно получить из ранее выполненных проектов. Отклонение от архитектурного проекта допустимо, но при этом необходимо повторно проходить экспертизу, что влечет за собой дополнительные финансовые затраты и смещение выпуска документации на срок от одного до двух месяцев из-за повторного прохождения экспертизы. Кроме всего прочего, разработку стадии «С» могут поручить другой проектной фирме, которая получит основную прибыль и проект, проработанный на 60–70%. Если проектный институт уверен, что он будет выполнять

две стадии проекта, то сразу выполняется вторая (детальная) стадия, и из полученной документации формируется пакет документов для стадии «А». Это позволяет сократить сроки и затраты.

Таким образом, виден явный перекося в методике оценки стоимости проектов на государственном уровне и того объема работы, который необходимо выполнить на начальной стадии. Поэтому без современных подходов к проектированию данная работа может оказаться убыточной.

Структура проектных компаний. Каждая компания самостоятельно определяет структуру проектного подразделения в зависимости от направления деятельности, но типовый набор отделов определяется марками основных комплектов чертежей (см. таблицу). На рис. 1 приведено процентное соотношение численности сотрудников по отделам проектных институтов нефтехимического и энергетического профиля.

Как видно из приведенных диаграмм (рис. 1), основными отделами в нефтехимических проектных организациях являются «технологии» (ТК + ТХ) и «строители» (АС, КЖ + КМ), в энергетическом секторе значительную роль играют «электрики» (ЭО, ЭС).

От того, как организована структура отделов, налажены взаимосвязи между подразделениями, приняты системы контроля проектной документации, насколько отлажено и автоматизировано это взаимодействие, зависит успех выпуска документации и реализации проекта.

Этапы разработки проектной документации. Работа над проектом начинается с задания на проектирование, где, помимо всего прочего, указана технология, которая выбрана для основного процесса (если процесс лицензируемый), а также прилагаются принципиальные схемы основного процесса (PFD – Process Flow Diagram). Если процесс не сложный и не требует лицензиара, то принципиальные схемы разрабатываются непосредственно ТХ отделом и согласуются с заказчиком.

После составления PFD основного процесса начинается составление принципиальных схем всего производства с учетом всех вспомогательных цехов/установок. После согласования основных решений с заказчиком ТХ отдел приступает к разработке компоновки производства, формируются основные требования к конструкциям помещений, этажерок, технологических эстакад, составляются ТЗ для всех марок. Параллельно с этим начинается работа над монтажно-технологическими схемами (P&ID – piping and instrumentation diagram).

Только после того, как отдел ТХ разработал компоновку будущего производства и согласо-

вал ее с заказчиком, чертеж передается в работу отделу ГП для разработки генерального плана производства. Остальные отделы начинают работать после получения заданий от отделов ГП и ТХ.

Как видно из вышеприведенного описания, ключевым моментом в проекте является разработка компоновки. На это уходит достаточно много временных и трудовых ресурсов. Выполняют ее специалисты высокой квалификации, которые должны учитывать широкий спектр экономических, технологических, эксплуатационных факторов, нормы пожарной и промышленной безопасности. В отличие от многих других стадий проекта, разработка компоновки не автоматизирована, ее делают «вручную», и только от навыков специалиста зависит качество и сроки выполнения данной работы.

Результатом проектной деятельности является проектно-сметная документация (ПСД), на основании которой производят строительномонтажные работы (СМР). Соответственно, и основное время, и ресурсы тратятся на разработку ПСД.

В целом, по проекту можно выделить следующие этапы разработки проектной документации:

- планирование;
- проектирование;
- выпуск рабочей документации.

Для сокращения временных и финансовых издержек проектной работы необходимо использовать современное ПО на всех этапах разработки ПСД.

Планирование. У любого проекта есть временные рамки: начало проекта (когда подписан контракт), дата окончания (когда документация передается заказчику либо на строительную площадку). Также на протяжении проекта могут быть определены контрольные точки (даты либо этапы проекта) – вехи, которые контролирует заказчик либо сам проектный институт.

Составление глобального графика по всему проекту – довольно сложный процесс, поскольку главному инженеру проекта (ГИПу) совместно с отделом планирования необходимо учесть объем работ всех отделов, определить последовательность выполнения этих работ и установить связи между ними.

Также очень важно оценить, сколько потребуются ресурсов (разработчиков) на выполнение работ в установленный срок, определить критический путь (выявить этапы, задержка выполнения которых приведет к срыву сроков), установить сроки передачи заданий смежным отделам. Все вышеописанное можно легко реализовать и определить с помощью диаграммы Ганта.

Марки основных комплектов чертежей проектной документации [4]

Наименование основного комплекта чертежей	Марка	Наименование основного комплекта чертежей	Марка
Генеральный план	ГП	Архитектурно-строительные решения	АС
Автомобильные дороги	АД	Конструкции металлические	КМ
Технология производства	ТХ	Конструкции железобетонные	КЖ
Технологические коммуникации	ТК	Тепломеханическая часть котельных	ТМ
Наружные сети водоснабжения и канализации	НБК (НВ, НК)	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха	ОВ
Электроосвещение внутреннее	ЭО	Внутренние водопровод и канализация	ВК
Электроосвещение наружное	ЭН	Пожаротушение	ПТ
Электрооборудование силовое	ЭС	Химическая защита	ХЗ
Электроснабжение. Подстанции	ЭП	Электрохимическая защита	ЭХЗ
Газоснабжение. Внутренние устройства	ГСВ	Телемеханика производственная	ТЛМ
Газоснабжение. Наружные газопроводы	ГСН	Автоматизация	А
Теплоснабжение	ТС	Архитектурные решения	АР

Диаграмма Ганта – это ленточный график, отображающий зависимость поставленных задач в ходе выполнения проекта от назначенных ресурсов во временном диапазоне.

На данный момент диаграмма Ганта реализована во многих ПО, но самыми известными являются MS Project компании Microsoft и Primavera от Oracle.

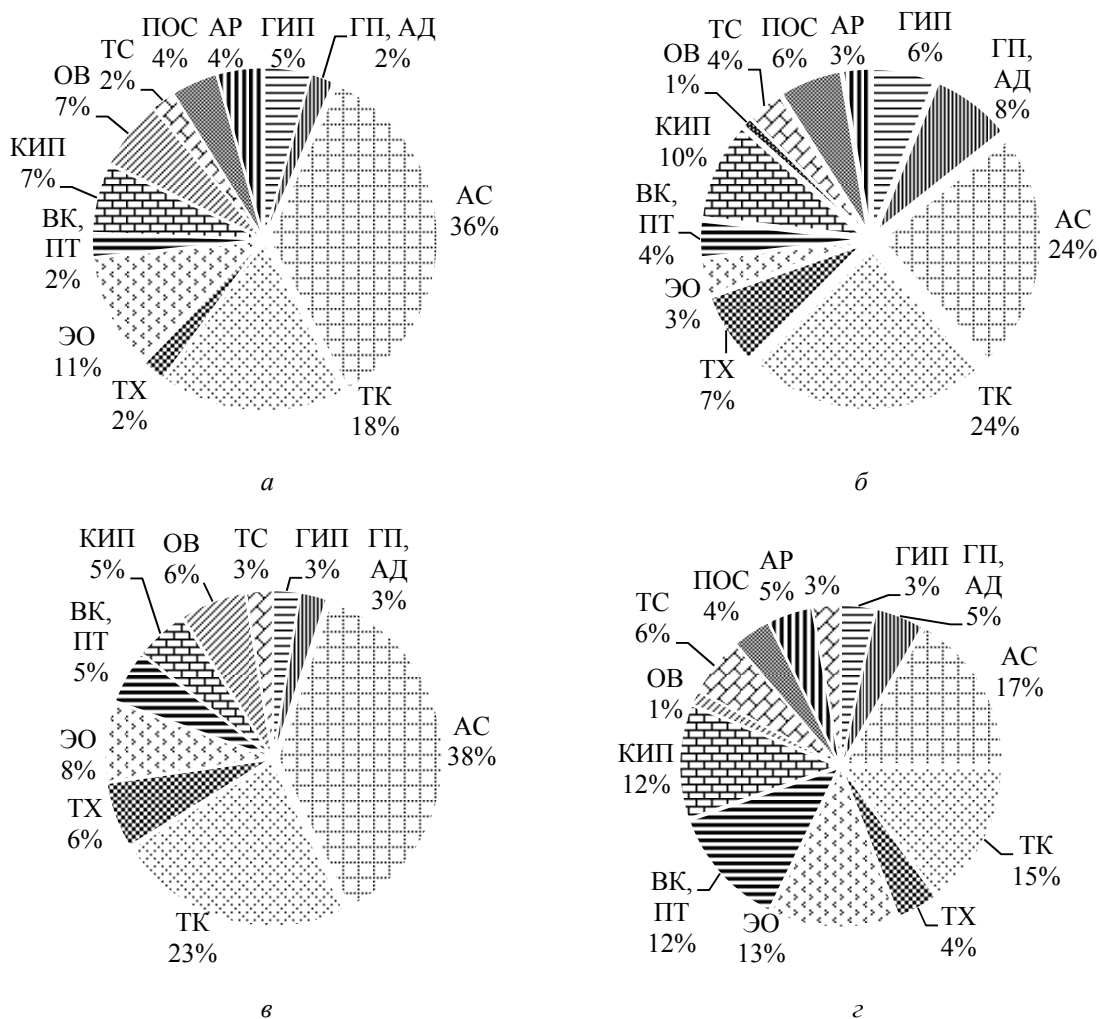


Рис. 1. Соотношение численности отделов:

а – филиала казахстанской проектной организации в РБ; б – казахстанской проектной организации; в – филиала российской проектной организации в РБ; г – белорусского энергетического НИИ

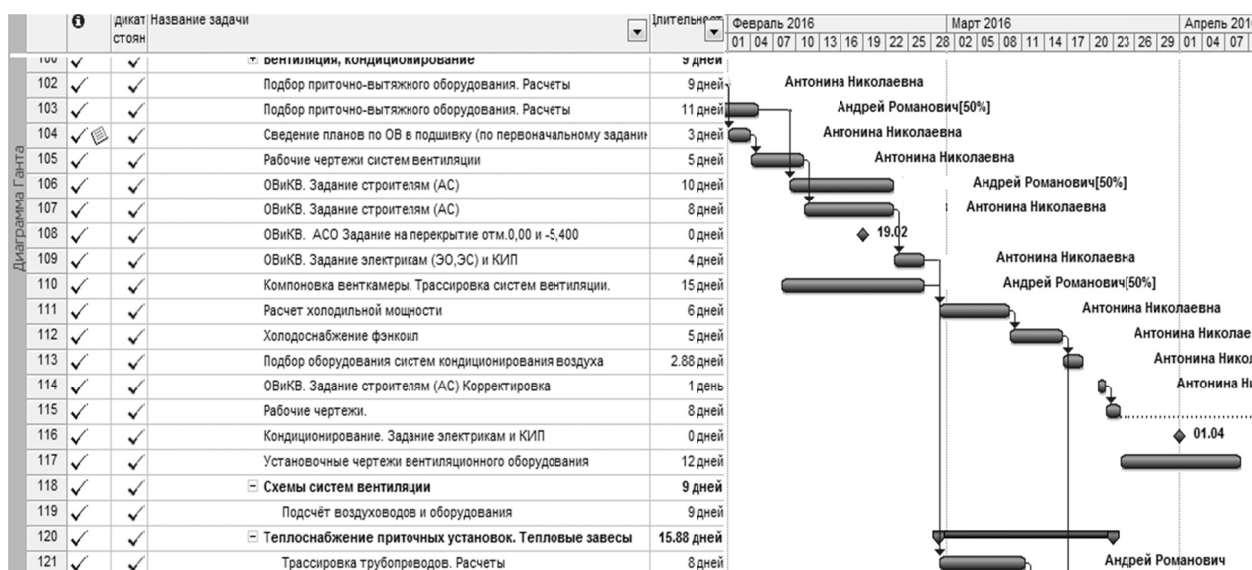


Рис. 2. Сетевой график проекта

Использование таких графиков на ранней стадии позволяет руководителю проекта решать следующие задачи:

- определение трудоемкости проекта;
- определение временных затрат;
- расчет бюджета проекта;
- учет ограничений;
- определение критического пути.

В процессе выполнения проекта.

- следить за ходом работ;
- формировать отчеты;
- перераспределять ресурсы между другими проектами.

На рис. 2 приведен пример сетевого графика проекта, выполненного в казахстанской проектной организации. После составления данного графика было выявлено, что при жестких временных сроках то количество разработчиков, которое изначально планировалось привлечь, приведет к задержке сроков на 3 месяца. Было принято решение перераспределить ресурсы с других, менее важных проектов для завершения работы в срок, что позволило избежать больших штрафных санкций.

Проектирование. После составления планграфика предстоящих работ начинается непосредственно процесс проектирования – разработка проектно-сметной документации. Под проектированием понимается реализация технических решений в виде текстовых и графических материалов. Текстовая часть представляет собой пояснительные записки с расчетами, регламенты, спецификации. Графическая – чертежи и схемы.

Ранее, в докомпьютерное время, все чертежи и схемы выполняли вручную на кульманах. После появления ЭВМ и программ для черчения чертежи создавались в специализирован-

ном ПО, однако, по факту, это была та же бумага, только «электронная». Но даже это совершило рывок в проектировании, что сократило и упростило выполнение таких рутинных процессов, как копирование, удаление, редактирование и т. д.

Работа велась в плоскости (2D), и на выходе получали традиционные чертежи. При этом каждый отдел выпускал свои «независимые» чертежи. Для их проверки и выявления коллизий (например, пересечения коммуникаций различных марок со строительными конструкциями) необходимо было участие квалифицированных специалистов по каждой марке, которые визуально сравнивали чертежи. Это не способствовало быстрому выпуску проекта, а его качество во многом зависело от человеческого фактора.

На дальнейшее развитие методов проектирования сильно повлияло бурное развитие информационных технологий. Современному проектировщику необходимо обрабатывать достаточно большой объем информации по проекту в сжатые сроки. Поэтому разрабатывается и внедряется новый подход к промышленному проектированию – создание компьютерной модели проектируемого объекта. В классическое «плоское» проектирование начали внедрять трехмерное (3D), причем каждая специальность могла создавать независимую от других 3D модель для сокращения издержек и сроков разработки ПСД по своей марке.

Внедрение 3D проектирования оказало значительное влияние на качество выпускаемой документации. Это благоприятно отразилось на бюджете и сроках строительства, так как устранение ошибок на строительной площадке на порядок дороже, чем на этапе проектирования.

Как пример, можно привести работу белорусской компании, где 3D проектирование использовалось только в отделе ТХ. Все оборудование и трубопроводы технологической установки были созданы в специальной программе PDSHELL компании Intergraph. Времени на создание 3D модели тратилось столько же, как и на разработку 2D чертежей, но выпуск спецификаций и изометрических чертежей трубопроводов происходил в автоматическом режиме. Так же в 3D модель заносились чертежи других марок, что позволяло выявлять коллизии между марками еще на начальной стадии.

Другой яркий пример преимущества использования 3D проектирования – это нахождение коллизий. Так, в казахстанском проекте трехъярусной технологической эстакады чертежи трубопроводов, изначально спроектированных в 2D, были перенесены в 3D программу PDMS компании Bentley с целью проверки. Это позволило обнаружить 155 коллизий трубопроводов с металлоконструкциями и электрическими лотками до их выявления на строительной площадке.

Выпуск рабочей документации. Для своевременного и быстрого выпуска рабочей документации по всем маркам необходима надежная система документооборота на предприятии. Основа для формирования комплектов чертежей закладывается в самом начале работы над проектом, когда определяются будущая структура расположения и хранения документов, правила передачи заданий, согласование рабочей документации, ее проверка. Не менее важным является хранение выпущенной документации в электронном архиве и доступ к ней.

Для организации документооборота на предприятии используют специализированные программные комплексы, которые отвечают за весь жизненный цикл документации. Наиболее известные из них: ProjectWise от компании

Bentley, Vitro-CAD и TDMS (Technical Data Management System). Внедрение этих систем позволяет сократить непроизводственные трудозатраты в проектировании на 60% (поиск в архиве аналогов, передача чертежей, исправление штампов, согласование, запуск проекта и выпуск документации), а общие трудозатраты – на 25% [5].

Информационное моделирование зданий или BIM. Дальнейшим логическим развитием проектирования является насыщение компьютерной модели проектируемого объекта необходимой технической, экономической, эксплуатационной информацией. Так появилась концепция информационного моделирования здания, сокращенно ИМЗ (BIM). Таким образом, на каждой стадии проектирования, строительства, эксплуатации здания и сооружения мы имеем некую информационную модель, которая отражает объем обработанной на этот момент информации об объекте [6].

Как видно, основой новой концепции проектирования является информация, которая используется не только на стадии проектирования, но и на всех этапах жизненного цикла объекта целиком (проектирование, строительство, эксплуатация, реконструкция, снос). Это направление новое и развивается на наших глазах, поэтому четкого определения, что такое BIM, пока не сформировано. Но в любом случае, информационное моделирование – это процесс создания информационной модели здания, которая пригодна для компьютерной обработки [6].

Для понимания, на каком этапе развития технологии BIM находится та или иная организация, в 2008 году была предложена диаграмма Бью-Ричардса (рис. 3). Эта диаграмма не статична, а постоянно развивается и дополняется, как и BIM, но, при этом, можно выделить четыре уровня [6].

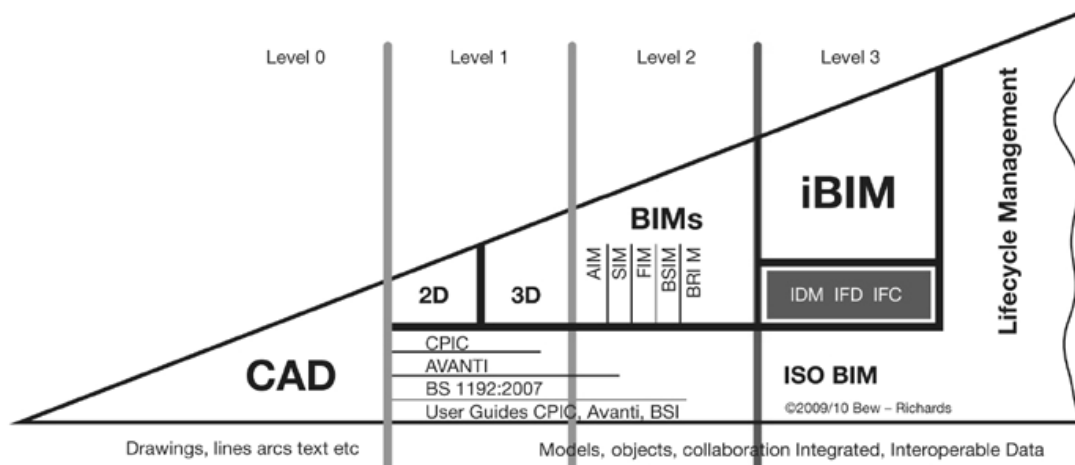


Рис. 3. Диаграмма Бью-Ричардса [6]

Уровень 0. Это практически плоский CAD без трехмерных данных, в котором можно создавать только традиционные чертежи.

Уровень 1. Управляемый CAD в 2D или 3D формате, дополненный инструментами взаимодействия, обеспечивающими общую среду данных, некоторые стандартные структуры данных и форматы.

Уровень 2. Управляемая 3D-среда, содержащаяся в отдельных дисциплинарных «инструментах BIM» с вложенными данными и средствами согласованного объединения данных. Предполагает ассоциированность чертежей с моделью, возможность «прогулки по модели», автоматическое обнаружение коллизий и визуализацию модели с учетом времени, планирование и управление строительством, визуализацию графика работ, определение стоимости проекта в реальном времени.

Уровень 3. Полностью интегрированная и унифицированная 3D-среда, содержащаяся в отдельных дисциплинарных «инструментах BIM» с вложенными данными и совместимая с нейтральным форматом IFC. На этом уровне используются также взаимосвязанная модель выполнения строительных работ, информация о затратах и управление жизненным циклом проекта [6].

Так, при строительстве терминала аэропорта в Абу-Даби площадью 7 млн кв. футов заказчик потребовал разработать комплексное BIM-решение сотрудничества всех участников. Для реализации проекта были выбраны AECOsim Building Designer и ProjecWise от Bentley. Благодаря этому смогли [7]:

- сократить сроки разрешения критических запросов с 28 до 2–7 дней;
- сократить персонал, оценивающий количественные показатели спецификаций с 60 до 6;
- сэкономить 119 дней и 65 тыс. долл. США на разработке чертежей одного участка кладки (всего 120 участков);
- сэкономить 1 млн. долл. США и 51 тыс. рабочих часов при разрешении конфликтов между конструкциями фасада и другими конструкциями;
- сэкономить на покупке и аренде пяти дополнительных кранов благодаря моделированию строительных работ в 4D.

Важность и перспективность внедрения BIM-методов осознали как многие организации, так и некоторые страны. Передовой стра-

ной в Европе области BIM является Великобритания, где с 2016 года госзаказы в области строительства выдаются компаниям со вторым уровнем использования BIM (BIM Level 2).

Для достижения такого уровня развития Великобритания прошла довольно долгий путь, но самым важным шагом стала разработка государственного стандарта в области информационного проектирования BS1192. На данный момент уже разработано четыре части (PAS 1192-2:2013, PAS 1192-3:2014, PAS 1192-4:2014, PAS 1192-5:2015), что дало серьезный толчок в развитии BIM-подходов во многих отраслях.

Важность применения современных подходов к проектированию понимают и в нашей стране. С 2012 года вступило в силу Постановление Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 31.01.2012 № 4 «Об утверждении отраслевой программы по разработке и внедрению информационных технологий комплексной автоматизации проектирования и поддержки жизненного цикла здания, сооружения на 2012–2015 годы». В 2014 году вышел приказ № 298 от 27.10.2014 «О применении BIM-технологии в проектировании», где утвержден перечень зданий и сооружений (К-1 и К-2), проектирование которых осуществляется только с применением BIM-технологии.

Заключение. Проектирование объектов нефтехимической промышленности – это сложная задача, для решения которой необходимо применять современные методы и подходы. С развитием информационных технологий, с одной стороны, стало значительно проще и быстрее обрабатывать возросший объем информации, с другой стороны – к современному проектировщику предъявляются требования по владению новыми программными комплексами. Также меняется концепция самого проектирования, переход от плоского к трехмерному информационному моделированию, что приводит к пересмотру нормативных документов как на уровне предприятия, так и на уровне государства. Данная работа в РБ ведется, и уже реализован ряд проектов с применением информационного моделирования (реконструкция стадиона «Динамо», новые станции метро, автомобильные эстакады, спортивные комплексы), однако мы находимся только в начале долгого пути становления BIM-технологий и, чтобы его пройти, придется преодолеть много трудностей.

Литература

1. Здания и сооружения. Классификация. Основные положения: СТБ 2331-2015. Минск: Госстандарт: Стройтехнорм: Бизнесофсет, 2016. 7 с.
2. Строительство. Предпроектная (прединвестиционная) документация. Состав, порядок разработки и утверждения: ТКП 45-1.02-298-2014 (02250). Минск: Стройтехнорм, 2014. 45 с.

3. Строительство. Проектная документация. Состав и содержание: ТКП 45-1.02-295-2014 (02250). Минск: Стройтехнорм, 2014. 45 с.

4. Система проектной документации для строительства. Основные требования к документации строительного проекта: СТБ 2255-2012. Минск: Госстандарт, 2012. 41 с.

5. Vitro-CAD. Система управления проектно-сметной документацией [Электронный ресурс] / Компания ООО «Витро Софт» (LLC Vitro Software). URL: http://www.vitro-cad.ru/matter_5 (дата обращения: 11.10.2017).

6. Талапов В. В., Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК ПРЕСС, 2015. 409 с.

7. Бюссон А. Экономический эффект BIM: опыт аэропорта в Абу-Даби [Электронный ресурс] / CADmaster. 2015. № 1. С. 68–70. URL: <http://www.cadmaster.ru-2015.1-80.html> (дата доступа 10.10. 2017).

References

1. STB 2331-2015. Buildings and constructions. Classification. Basic regulations. Minsk, Gosstandart Publ., Stroytekhnorm Publ., Biznesofset Publ., 2016. 7 p. (In Russian).

2. ТКП 45-1.02-298-2014 (02250). Construction. Pre-project (pre-investment) documentation. Composition, order of development and approval. Minsk, Stroytekhnorm Publ., 2014. 45 p. (In Russian).

3. ТКП 45-1.02-295-2014 (02250). Construction. Project documentation. Composition and content. Minsk, Stroytekhnorm Publ., 2014. 45 p. (In Russian).

4. СТБ 2255-2012. System of design documents for construction. Basic requirements for construction project documentation. Minsk, Gosstandart Publ., 2012. 41 p. (In Russian).

5. Vitro-CAD. Project-budget documentation management system. Available at: http://www.vitro-cad.ru/matter_5 (accessed 11.10.2017).

6. Талапов В. В. *Tekhnologiya BIM. Sut' i osobennosti vnedreniya informatsionnogo modelirovaniya zdaniy* [BIM technology. The essence and features of the introduction of information modeling of buildings]. Moscow, DМК PRESS Publ., 2015. 409 p.

7. Busson A. *Ekonomicheskiiy effect BIM: opyt aeroporta v Abu-Dhabi* [Economic Benefits of BIM: Abu Dhabi Airport Experience]. *CADmaster*, 2015, no. 1, pp. 68–70. Available at: <http://www.cadmaster.ru-2015.1-80.html> (accessed 10.10. 2017).

Информация об авторах

Латышев Сергей Сергеевич – старший преподаватель кафедры нефтегазопереработки и нефтехимии. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: latyshau@gmail.com

Юсевич Андрей Иосифович – кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой нефтегазопереработки и нефтехимии. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: yusevich@belstu.by

Information about the authors

Latyshau Siarhei Sergeevich – Senior Lecturer, the Department of Oil and Gas Processing and Petroleum Chemistry. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: latyshau@gmail.com

Usevich Andrew Iosifovich – PhD (Chemistry), Associate Professor, Head of the Department of Oil and Gas Processing and Petroleum Chemistry. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: yusevich@belstu.by

Поступила 20.10.2017