

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Высшая школа экономики и управления
Кафедра «Прикладная экономика»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент, ведущий экономист
ООО «Конар»

_____ В.А. Евгеньева
_____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,
д.э.н. доцент

_____ Т.А. Худякова
_____ 2019 г.

Реализация функций планирования, контроля и учета при
строительстве объектов с использованием информационных моделей
(ВИМ)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 38.04.01.2019.301.ПЗ ВКР

Руководитель работы
к.э.н., доцент

_____ С.И. Бородин
_____ 2019 г.

Автор работы
студент группы ЭУ- 238

_____ В.И. Лебедева
_____ 2019 г.

Нормоконтролер
ст.преподаватель

_____ М.Г. Трубева
_____ 2019 г.

АННОТАЦИЯ

Лебедева В. И. Реализация функции планирования, контроля и учета при строительстве объектов с использованием информационных моделей (BIM). – Челябинск: ЮУрГУ, ЭУ-238, ПЭ, 2019, 122 с., 13 ил., 14 табл., библиогр. список – 79 наим., 15 приложений, 16 формул, 10 л. раздаточного материала ф. А4.

В магистерской работе рассмотрена реализация функции контроля и учета при строительстве объектов с использованием информационных моделей (BIM). Целью данной работы является анализ реализации функций планирования, контроля и учета при строительстве объектов с использованием информационных моделей (BIM и MOT3). Объектом в работе являются организационно-технологические модели управления строительством объектов на основе информационных моделей (BIM).

Разработаны схема функционирования информационной модели при различных функциях управления (планирование, контроль и учёт) и алгоритм планирования работы информационной модели при строительстве объектов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ КОНТРОЛЯ, УЧЕТА И ПЛАНИРОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ	7
1.1 Роль функций планирования, контроля и учета в управлении строительства объектов.....	7
1.2 Функция контроля за ходом строительства объекта.....	12
1.3 Целесообразность изучения функций планирования, контроля и учёта	23
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ.....	31
2.1 Особенности построения модели объектных технологических зависимостей (МОТЗ).....	31
2.2 Развитие информационного моделирования в строительстве (BIM)	38
2.3 Уровни детализации элементов информационной модели	51
3 ВЗАИМОУВЯЗКА ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ (BIM) И МОДЕЛИ ОБЪЕКТНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ	61
3.1 Документальное сопровождение реализации функций контроля и учета при строительстве объектов с помощью технологических зависимостей	61
3.2 Оценка взаимосвязи технологии информационного моделирования и модели объектных технологических зависимостей	75
3.3 Разработка схемы реализации функций планирования, контроля и учёта при строительстве объектов.....	80

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	86
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	89
ПРИЛОЖЕНИЯ	98
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Описание уровней детализации LOD.....	98
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Прогрессирование уровней детализации по мере разработки строительного проекта.....	100
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Определение LOD в документе PAS	101
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Акт выполненных работ №1	102
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Акт выполненных работ №2	104
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Акт выполненных работ №3	106
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Акт выполненных работ №4.....	108
ПРИЛОЖЕНИЕ З. Учет выполненных работ по устройству тротуарной плитки	109
ПРИЛОЖЕНИЕ И. Контроль выполненных работ по устройству тротуарной плитки	110
ПРИЛОЖЕНИЕ К. Учет выполненных работ по установке свай.....	111
ПРИЛОЖЕНИЕ Л. Контроль выполненных работ по установке свай....	112
ПРИЛОЖЕНИЕ М. Расчётная таблица для построения МОТЗ по установке свай в единичных работах	113
ПРИЛОЖЕНИЕ Н. Расчётная таблица для построения МОТЗ по установке свай в укрупненных работах	114
ПРИЛОЖЕНИЕ О. Расчётная таблица для построения МОТЗ по устройству тротуарной плитки.....	121
ПРИЛОЖЕНИЕ П. Схема функционирования информационной модели при различных функциях управления	122

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации вводят информационное моделирование в использование строительными организациями на государственном уровне в 2014 году. Эта технология помогает контролировать сроки, сокращать стоимость строительства и минимизировать риски. Для решения многих задач, в том числе снижения себестоимости проектных работ в июле 2018 года, в ускоренном темпе, сроком на 1 год, президентом поставлена задача о государственной поддержке применения технологий информационного регулирования объектов.

Тема управления BIM на данный момент вовлекает всё больше интереса потому, что научные публицисты проводят всё больше исследований в этом направлении. Россия в том числе не уступает и активно изучает данный вопрос. Статистика научных исследований на тему управления BIM показывает, что российское научное сообщество уже активно изучает данный вопрос и не сильно отстает в изучении темы от других стран в этой отрасли.

На ряду с BIM моделью, актуальным является применение модели объектных технологических зависимостей, которая позволяет создавать директивный график производства работ и тем самым контролировать сроки строительства. Для осуществления функции планирования, контроля и учета необходим ряд инструментов, которые будут рассмотрены в магистерской работе.

Цель работы – анализ реализации функций планирования, контроля и учета при строительстве объектов с использованием информационных моделей (BIM и MOT3).

Задачи работы:

- изучить теоретические основы реализации управленческих функций планирования контроля и учёта при строительстве объектов;
- исследовать функцию контроля за ходом строительства объекта;

- описать и охарактеризовать сущность применения информационного моделирования (BIM) при строительстве объектов;
- исследовать уровни детализации элементов информационного моделирования;
- построить и проанализировать модели объектных технологических зависимостей (МОТЗ);
- обосновать целесообразность использования модели объектных технологических зависимостей;
- разработать алгоритм взаимоувязки модели объектных технологических зависимостей с BIM моделью;
- подготовить документы, необходимые для реализации функций планирования, контроля и учёта при строительстве объектов;
- разработать и предложить схему реализации функций планирования, учета и контроля при строительстве объектов с использованием информационных моделей (BIM и МОТЗ).

Объект работы – организационно-технологические модели управления строительством объектов на основе информационных моделей (BIM).

Результаты работы рекомендуется использовать в деятельности строительных организаций при планировании, контроле и учете выполненных работ.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ КОНТРОЛЯ, УЧЕТА И ПЛАНИРОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ

1.1 Роль функций планирования, контроля и учета в управлении строительства объектов

Процесс строительства объекта – большая и сложная задача, изучение которой необходимо каждому инженеру-строителю. Для правильного процесса строительства необходимы специалисты других направлений, такие как: сметчик, экономист, специалист в водоотведении и водоснабжение и пр.). Таким образом, возникает ряд функций, которые существуют в строительных организациях и для осуществления которых необходимо нанимать сторонний персонал. К таким функциям относятся:

- 1) технический надзор;
- 2) планирование строительства;
- 3) контроль строительства.
- 4) учет строительства;
- 5) подготовка здания на проектирование;
- 6) оформление разрешений на присоединение инженерных коммуникаций;
- 7) контроль качества;
- 8) организация комплекса работ по строительству проекта;
- 9) подготовка документации к отчету и пр.

Исходя из всего многообразия функций, которые осуществляются при строительстве объектов в магистерской работе будут рассмотрены только три самые важные функции – это функции планирования, контроля и учета.

Сроки строительства являются одним из ключевых, наряду со стоимостью, параметрами инвестиционно-строительных проектов. Контроль сроков и быстрая реакция на дефекты является одной из самых сложных и важных задач на строительной площадке.

Планирование, учет и контроль действующего хода строительного

производства на основе модели объектных технологических зависимостей (далее, МОТЗ) входит в состав комплекса задач по управлению строительным производством.

Целью решения задач является реализация функций «Планирование, учет и контроль» хода строительного производства на объекте. Функция учета реализуется с целью определения выполненных объемов работ с начала строительства и по рассматриваемому учетному периоду; определение оставшейся временной области выполнения работы и определения критичности каждой работы на оставшийся период строительства. Функция контроля осуществляется с целью определения состояния каждой работы объекта в каждом рассматриваемом периоде с выявлением отклонений от ранее запланированных объемов работ. Основной задачей функции планирования является выработка решений, которые определяют, какие виды работ, в каком объеме и на каких объектах должны быть выполнены в каждом определенном временном периоде. При этом учитываются различного вида ограничения и требования.

Решение этих задач необходимо для разработки дальнейших управленческих решений с точки зрения планирования работ на последующие периоды с учетом отклонений хода строительного производства, критичности работ и оставшейся «временной области» выполнения работы.

В зависимости от входной информации задачи могут решаться в различных временных интервалах. Решение данной задачи может быть связано с задачей «Разработка модели объектных технологических зависимостей (МОТЗ)», поскольку параметры МОТЗ являются необходимой информацией для выявления объективной ситуации хода строительного производства.

Для решения задачи «Планирование, учет и контроль действующего хода строительного производства на основе МОТЗ» за основу взята модель объектных технологических зависимостей. Особенностью решения задач является:

- 1) учет и контроль хода строительного производства осуществляется в номенклатуре гэсн;

2) кроме учета и контроля физических объемов работ осуществляется расчет критичности каждой работы на выполнение остаточных объемов работ в рамках остаточной временной области, что позволяет разрабатывать управленческие решения более точно и полно;

3) дает возможность сравнить и проанализировать изменение критичности в последующих периодах по отношению к предшествующим;

4) контроль хода строительного производства осуществляется путем сравнения фактически выполненных объемов работ с запланированными объемами на рассматриваемый период;

5) задача решается в различных временных периодах: недельно-суточном, месячном, декадном и т.д. В данном варианте рассматривается отчетный период, равный одному месяцу. Задача решается в часах.

Для четкого понимания, что из себя представляют функции планирования, контроля и учета был построен рисунок последовательности реализации общих функций управления.



Рисунок 1 – Последовательность реализации общих функций управления

Учитывая методiku и практику организации систем автоматизации и управления строительства, выполняют нормирование, выбирая количественные и числовые характеристики производственных элементов и используют их в

управленческой системе. При этом типовые нормативные элементы: длительность работ, затраты на ресурсы, процессы технологии и организации.

Планированием является подготовка и проработка стратегии строительства на определенный период времени. Будущую деятельность прорабатывают основываясь на сложности, продолжительности и объемах предыдущих аналогичных работ, а также на информации о наличии собственных средств и технологических моделях.

Прорабатывают возможные изменения в ходе проектирования, производства, строительства для определения появления их причин и влияния на них.

Административная функция основывается на разработке управленческих решений для выявления коллизий и устранения их причин. Вместе с регулирующими, социальными и экономическими воздействиями функции администрирования осуществляются путем внесения изменений в стандарты и дальнейшие планы производства работ.

Решение задачи сводится к решению трёх этапов – функции планирования, функции учета и функции контроля.

Функция планирования сводится к определению:

1) возможных будущих изменений хода производства, повышению подготовленности к ним и, как следствие, снижению затрат на урегулирование подобных ситуаций;

2) необходимого количества ресурсов для выполнения поставленных задач и упрощения будущего учета и контроля за счет сравнения с предыдущими аналогичными выполненными работами.

Функция учета сводится к определению следующих показателей:

1) остаточного объема работ;

«Остаточный объем работы» – считается по формуле:

$$V_{\text{ост}} = V - V_{\text{выполн}}, \quad (1)$$

где V – общий объем работы;

$V_{\text{выполн}}$ – объем работы, выполненный в предыдущих плановых периодах.

2) остаточной временной области;

«Остаточная временная область» – считается по формуле:

$$T = T_{\text{врем.обл.}} - \sum T_{\text{пред}} + T_{\text{нач}}, \quad (2)$$

где $T_{\text{врем.обл.}}$ – общая продолжительность временной области;

$\sum T_{\text{пер}}$ – время (в рабочих днях) всех предшествующих периодов с отчетным;

$T_{\text{нач}}$ – срок (в рабочих днях) начала временной области для работы в первом отчетном периоде.

Информация по согласованию между календарными и рабочими днями копируется из соответствующего справочника.

3) коэффициента критичности;

«Коэффициент критичности на начало отчетного периода» – назначается по формуле:

$$k = \frac{R_{j,i,\text{расч}}}{R_{j,i,\text{макс}}} \quad (3)$$

$$R_{j,i,\text{расч}} = \frac{V_{j,i} \cdot v_j}{8 \cdot t_{j,i}}, \quad (4)$$

где $R_{j,i,\text{расч}}^h$ – количество трудовых ресурсов специальности «h», которое направлено на выполнение работы на объекте «i» при полном использовании временной области на начало периода;

$V_{j,i}$ – остаточный объем работы j на объекте i на начало периода;

v_j – трудоемкость выполнения единицы объема работы;

$t_{j,i}$ – остаточная временная область на начало рассматриваемого периода.

«Коэффициент критичности на конец отчетного периода» – назначается автоматически по формуле:

$$k = \frac{R_{j,i,\text{расч}}}{R_{j,i,\text{макс}}} \quad (5)$$

$$R_{j,i,\text{расч}} = \frac{V_{j,i} \cdot v_j}{8 \cdot t_{j,i}}, \quad (6)$$

где $R_{j,i,расч}^h$ – количество трудовых ресурсов специальности «h», которое направлено на выполнение работы на объекте «i» при полном использовании остаточной временной области;

$V_{j,i1}$ – остаточный объем работы j на объекте i на конец периода;

v_j – трудоемкость выполнения единицы объема работы;

$t_{j,i1}$ – остаточная временная область на конец рассматриваемого периода.

4) изменения коэффициента критичности – считается автоматически путем вычета из предшествующего коэффициента критичности текущего коэффициента критичности. Положительное значение говорит о том, что критичность работы снижается. Отрицательное же значение свидетельствует о том, что коэффициент критичности увеличивается по сравнению с предшествующим периодом, и есть необходимость обратить внимание на выполняемость плановых заданий по данной работе.

Функция контроля сводится к определению:

1) процента выполнения планового задания – считается как отношение фактически выполненного объема работы к запланированному. Если число меньше 100%, то объем работы не выполнен полностью. Если же больше 100%, то плановое задание было перевыполнено;

2) разницы (в натуральных величинах) между фактически выполненным и плановым объемами работ. Положительная величина говорит о том, что необходимо довыполнить указанный объем работы. Отрицательная величина показывает, на сколько была перевыполнена работа в отчетном периоде.

1.2 Функция контроля за ходом строительства объекта

Строительный контроль – это техническое сопровождение осуществляемых в процессе строительства работ, комплексный контроль качества строительства и соответствия выполняемых работ проектной документации, позволяющий инвестору быть уверенным в качестве и соответствии результата.

Другими словами, это надзор за качеством проведения СМР, соблюдением проектных решений, исполнением сметы и графика производства работ.

В статье 8.1 Градостроительного кодекса РФ установлены положения о проведении контроля в строительстве. Этот документ уточняет порядок проведения проверок во время строительства объекта, либо при выполнении иных строительных работ [14].

Федеральными органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления осуществляется контроль за соблюдением законодательства о градостроительной деятельности, в том числе контроль за:

1) соответствием нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации, муниципальных правовых актов законодательству о градостроительной деятельности;

2) соблюдением установленных федеральными законами сроков приведения нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации, муниципальных правовых актов в соответствие с требованиями настоящего Кодекса;

3) соблюдением процедур, установленных законодательством о градостроительной деятельности для подготовки и утверждения документов территориального планирования, правил землепользования и застройки, документации по планировке территории, градостроительных планов земельных участков [6].

Субъектами, проводящими контроль, могут являться:

- подрядчик как лицо, ведущее непосредственно строительство;
- застройщик, заказчик, либо организация, занимающаяся подготовкой проектной документации и привлеченная заказчиком (застройщиком) по договору для строительного контроля.

В соответствии с [8] подрядчик должен проводить строительный контроль при выполнении строительно-монтажных работ, в том числе путем привлечения квалифицированной организации.

По Статье 749 Гражданского кодекса РФ отслеживание корректного выполнения работ имеет право осуществлять ответственный, которого назначил

заказчик. Если заказчик не обладает специальными познаниями либо по иным причинам не желает в полном объеме выполнять функцию заказчика по контролю и надзору за строительством, то осуществление этой функции и принятие от его имени решений во взаимоотношениях с подрядчиком он вправе доверить третьему лицу – профессиональному юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю, имеющему свидетельство о допуске к работам по осуществлению строительного контроля, выданное саморегулируемой организацией [7]. Также возможно закрепление функций контроля за наемными сотрудниками подрядчика или заказчика.

Функции исполнителей и заказчиков по контролю строительного процесса различны. Для каждого установлен свой перечень проводимых в связи с этим действий.

Для подрядчика.

- 1) входной контроль проектной документации, представленной застройщиком (заказчиком);
- 2) освидетельствование геодезической разбивочной основы объекта капитального строительства;
- 3) входной контроль применяемых строительных материалов, изделий, конструкций и оборудования;
- 4) операционный контроль в процессе выполнения и по завершении операций строительно-монтажных работ;
- 5) освидетельствование выполняемых работ, результаты которых становятся недоступными для контроля после начала выполнения последующих работ;
- 6) освидетельствование ответственных строительных конструкций и участков систем инженерно-технического обеспечения;
- 7) составление и комплектование пакета исполнительной документации для дальнейшей сдачи объекта в эксплуатацию.

Для заказчика.

- 1) проверка полноты и соблюдения установленных сроков выполнения

подрядчиком входного контроля и достоверности документирования его результатов;

2) проверка выполнения подрядчиком контрольных мероприятий по соблюдению правил складирования и хранения применяемой продукции и достоверности документирования его результатов;

3) проверка полноты и соблюдения установленных сроков выполнения подрядчиком контроля последовательности и состава технологических операций по осуществлению строительства объектов капитального строительства и достоверности документирования его результатов;

4) совместно с подрядчиком освидетельствование скрытых работ и промежуточная приемка возведенных строительных конструкций, влияющих на безопасность объекта капитального строительства, участков сетей инженерно-технического обеспечения;

5) проверка совместно с подрядчиком соответствия законченного строительством объекта требованиям проектной и подготовленной на ее основе рабочей документации, результатам инженерных изысканий, требованиям градостроительного плана земельного участка, требованиям технических регламентов.

Если контрольным органом является подрядная организация, то:

При осуществлении входного контроля проектной документации специалисты анализируют всю представленную документацию, включая ПОС и рабочую документацию, проверяя при этом:

- ее комплектность;
- соответствие проектных осевых размеров и геодезической основы;
- наличие согласований и утверждений;
- наличие ссылок на нормативные документы на материалы и изделия;
- соответствие границ стройплощадки на генплане установленным сервитутам;
- наличие требований к фактической точности контролируемых параметров;

- наличие указаний о методах контроля и измерений, в том числе в виде ссылок на соответствующие нормативные документы.

При выявлении замечаний и недостатков соответствующая документация возвращается на доработку.

В ходе операционного контроля специалисты проверяют:

- соответствие последовательности и состава выполняемых технологических операций технологической и нормативной документации, распространяющейся на данные технологические операции;

- соблюдение технологических режимов, установленных технологическими картами и регламентами;

- соответствие показателей качества выполнения операций и их результатов требованиям проектной и технологической документации, а также распространяющейся на данные технологические операции нормативной документации.

По результатам ежедневных проверок объекта формируются отчетные материалы о ходе реализации проекта.

По окончании проекта осуществляется участие в сдаче завершенного объекта в эксплуатацию.

ВМ дает следующие преимущества строительным подрядчикам:

- 1) определение физических объемов и оценка стоимости проекта. ВМ позволяет вычислять стоимость проекта на основе оценки параметров различных компонентов модели, трудозатрат, стоимости использования машин и механизмов, актуальной стоимости оборудования;

- 2) визуальное планирование и контроль строительства. Средства 4D (временного) моделирования позволяют симулировать запланированную последовательность работ по подготовке строительной площадки и возведению объекта. С их помощью можно наглядно понять, как будет выглядеть стройплощадка, включая временные постройки и оборудование, а также увидеть возводимое здание в любой конкретный момент времени;

3) комплексный контроль за ходом строительства, исполнением бюджета и выполнение других управленческих функций на основании применения информационной модели объекта.

Если контрольным органом является заказчик, то организация оказывает услуги по осуществлению строительного контроля на любом этапе строительства, при этом решаются следующие задачи:

- отслеживание корректного выполнения контроля качества строительно-монтажных работ;
- контроль за соблюдением технологических процессов, своевременного проведения и в установленном объеме лабораторных испытаний, а также за геодезическим обеспечением производства работ;
- проверка достоверности, своевременности и правильности ведения производственной и исполнительной документации;
- отслеживание корректного выполнения устранения дефектов;
- проверка авторского права проекта;
- участие в освидетельствовании и оценка выполненных работ и конструктивных элементов, скрываемых при производстве последующих работ, а также обеспечение требований по запрещению производства дальнейших работ до оформления актов на освидетельствование скрытых работ;
- своевременное выявление и устранение несоответствий, а также предупреждение их возникновения при последующих аналогичных работах;
- анализ причин низкого качества строительно-монтажных работ и внесение необходимых предложений по их устранению.

Контроль технологии выполнения работ

Качество готовой продукции играет огромную роль в целесообразности, рентабельности и долговечности строительного объекта.

Оценку качества проводят основываясь на СНиПе (часть 3), который регламентирует правила контроля за процессом строительно-монтажных работ (в том числе скрытых), приема готового объекта и т.д.

Скрытые работы – те работы, которые можно увидеть непосредственно во время выполнения данных работ (т.е. после выполнения последующих эти будут не видны, например, построение опалубки). Во время скрытых работ обязательно подписываются акты исполнителем работ и контролирующим органом.

Конечная продукция должна иметь знак качества, т.е. входить в разрешаемые допуски СНиПом и других различных технических условий. Так регламентируется множество показателей (например, изменение размера детали, конструкции, помещений). Отклонение от данных допусков является браком. Для нивелирования ситуации с появлением брака технадзор отслеживает качество строительно-монтажных работ.

Некачественная готовая продукция может являться следствием различных причин. Например, из-за плохой заделки стыков наружных панелей, может получиться как неблагоприятный внешний вид, так и нарушение температуры и влажности в помещении.

Плохое качество строительно-монтажных работ может быть по причине:

- использования просроченных материалов;
- игнорирование правильности технологии строительства;
- использование устаревших строительных машин, не подходящих по техническим параметрам;
- нехватка контроля во время производства работ.

Могут появиться дефекты на любом этапе, например, после некачественно выполненных геодезических, геологических, железобетонных, сварочных и любых других работ, которые хоть каким-либо образом относятся к объекту.

Контроль качества производится с помощью:

- зрительной оценки;
- повторного измерения всех размеров;
- тестовых разрушения конструкций/объекта и любых элементов;
- добавления реальной «повседневной» нагрузки на объект;

Систематический контроль производственного процесса минимизирует риски

возникновения проблемных ситуаций. Он бывает двух видов:

Внутренний контроль – ежедневный контроль на строительной площадке объекта от лица производителя работ/заказчика.

Внешний контроль – государственный контроль, который отслеживает как ход строительства, так и влияние на окружающую среду объекта.

Для финального приема объекта необходимы:

- визуальная оценка всего объекта;
- техническая оценка всего объекта;
- наличие всех необходимых документов, актов выполненных работ.

Контроль бюджета и сроков строительства

Выплаты по проекту (исполнение бюджета движения денежных средств) стоит контролировать в привязке:

- к срокам исполнения работ. Необходимо, чтобы для каждой работы, как и для всего проекта, технические службы компании установили момент начала, окончания, составили график выполнения;

- к результатам (объемам) работ. Для каждой работы технические службы должны указать, что считать результатом ее выполнения (в общем и по каждому этапу). Результаты работ измеряются в натуральных величинах – килограммах, метрах, квадратных метрах, литрах и т. д. Если единицу измерения определить сложно, в качестве универсальной можно выбрать процент выполнения работ.

Контроль платежей по работам стоит организовать так: принимать заявки на оплату по каждой конкретной работе с момента ее начала или заранее (если, например, необходимо закупить материалы) и до окончания.

Контроль сроков исполнения работ. Прежде чем перечислять средства подрядчикам или оплачивать материалы в соответствии с бюджетом движения денежных средств проекта, необходимо убедиться, что фактические сроки исполнения работ соответствуют плановым. Для этого можно использовать отчет с диагр. Гантта.

Контроль результатов работ. Контроль результатов (объемов) работ

подразумевает сравнение запланированных объемов в единицу времени с фактическими.

Отчет о результатах строительных работ предназначен для контроля посуточных (или еженедельных) объемов выполнения каждой работы и причин отклонений. Он позволит выяснить, почему работы по проекту выполняются дольше, чем запланировано, если есть отклонения по срокам.

Составление корректного бюджета

1) для составления бюджета должна использоваться только достоверная информация и только верные технические правила;

2) обязательно требуется соблюдать краткосрочное и стратегическое планирование;

3) вероятность выхода за лимит бюджета обязательно необходимо выявлять на этапе составления бюджета.

Контроль и анализ исполнения бюджета

По отношению к режиму проведения различают регулярный и окончательный контроль исполнения бюджета.

Регулярный контроль регламентирует действия в течение бюджетного периода. Он выполняется на постоянной основе для своевременного обнаружения потери бюджета, желательно на максимально ранней стадии для успешного урегулирования проблемы.

Большая часть такого контроля занимает проверка и оценка заключаемых и заключенных договоров и платежей и сравнение их с запланированным бюджетом.

Окончательный контроль производится после выполнения всех работ. В нем производится оценка и перепроверка всех проведенных работ, заключенных договоров, совершенных платежей. После этого производится сравнение с первоначально спланированным бюджетом и выявляются отклонения. В завершении окончательного контроля производится анализ выявившихся проблем или положительных моментов во время производства объекта для дальнейшего

учета данных ситуаций в будущем планировании.

Одним из наиболее результативных способов снижения издержек в производстве является построение и оптимизация плана производства строительной продукции. Это позволяет предприятию снизить уровень простоя рабочих и механизмов, сократить сроки выполнения отдельных элементов здания, в потоке создания ценностей, предусмотренных принципами «бережливого строительного производства», избежать срывов плана сдачи отдельных элементов здания Заказчику по причине перегрузки производственных ресурсов, оптимизировать движения материалов и складские остатки, сделать процесс производства прозрачным и управляемым. Особенно это актуально при использовании «Информационного Моделирования Строительства» [13].

Подсистема управления строительным производством предназначена для планирования производственных процессов и материальных потоков. Создания ценностей в строительном производстве, отражения процессов производственной деятельности строительного предприятия и построения «нормативной системы управления строительным производством» в сопоставлении с фактическим затратами.

Функциональные возможности подсистемы могут использоваться сотрудниками планово-экономического отдела, производственных строительных участков, производственно-диспетчерского отдела и других производственных подразделений.

Реализованные в подсистеме «Управление строительным производством» механизмы планирования производства обеспечивают:

- 1) Сценарное планирование на «виртуальном стапеле информационной модели здания» для выработки различных вариантов стратегии производства или учета возможных изменений в условиях деятельности непосредственно на строительной площадке;
- 2) Виртуальное планирование, расширяющее горизонт планирования по мере наступления очередных плановых периодов;

3) Виртуальное проектное планирование производства на «виртуальном стапеле строительной BIM модели;

4) Фиксацию распланированных данных от изменения (по сценариям и периодам);

5) Интеграцию с подсистемой бюджетирования.

Государственный контроль

Минстрой России осуществляет следующие полномочия по контролю за соблюдением законодательства о градостроительной деятельности органами государственной власти субъектов Российской Федерации:

1) согласовывает структуру органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области контроля за соблюдением органами местного самоуправления законодательства о градостроительной деятельности;

2) осуществляет контроль за исполнением нормативных правовых актов, принимаемых органами государственной власти субъектов Российской Федерации по вопросам переданных полномочий, с правом направления обязательных для исполнения предписаний об отмене указанных нормативных правовых актов или о внесении в них изменений;

3) осуществляет контроль за полнотой и качеством осуществления органами государственной власти субъектов российской федерации переданных полномочий с правом направления предписаний об устранении выявленных нарушений, а также о привлечении к ответственности должностных лиц, исполняющих обязанности по осуществлению переданных полномочий;

4) в случае неисполнения или ненадлежащего исполнения органами государственной власти субъектов Российской Федерации переданных в соответствии с настоящей статьей полномочий готовит и вносит в Правительство Российской Федерации для принятия решения предложения о временном изъятии соответствующих полномочий у органов государственной власти субъектов Российской Федерации;

5) устанавливает содержание и формы представления отчетности об

осуществлении переданных полномочий, в случае необходимости устанавливает целевые прогнозные показатели;

б) осуществляет контроль за полнотой и качеством осуществления органами государственной власти субъектов российской федерации переданных полномочий с правом направления предписаний об устранении выявленных нарушений, а также о привлечении к ответственности должностных лиц, исполняющих обязанности по осуществлению переданных полномочий [9].

1.3 Целесообразность изучения функций планирования, контроля и учёта

Для решения многих задач, в том числе снижения себестоимости проектных работ в июле 2018 года, в ускоренном темпе, сроком на 1 год, президентом поставлена задача о государственной поддержке применения технологий информационного регулирования объектов.

Тема управления ВІМ на данный момент вовлекает всё больше интереса потому, что научные публицисты проводят всё больше исследований в этом направлении. Россия в том числе не уступает и активно изучает данный вопрос.

Статистика научных исследований на тему управления ВІМ показывает, что российское научное сообщество уже активно изучает данный вопрос и не сильно отстает в изучении темы от других стран в этой отрасли.

Статистика собрана на сайте крупнейшей российской научной электронной библиотеки – eLIBRARY.RU и в библиографической базе данных и инструментов для отслеживания цитируемости статей, опубликованных в научных изданиях – Scopus.com.

Исходя из рисунка 2 можно увидеть количество публикаций по ВІМ в общем и сравнить с суммарным количеством публикаций по целевому запросу «управление в ВІМ» по отечественным источникам.

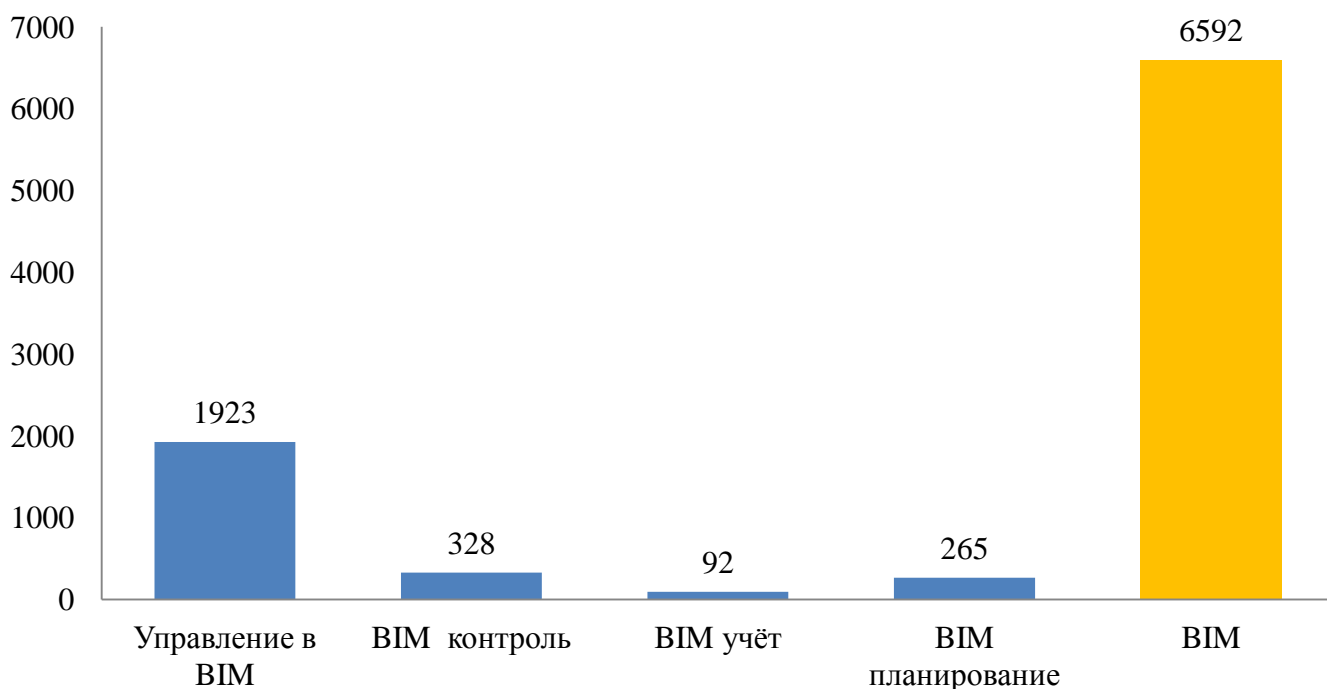


Рисунок 2 – Сравнительна гистограмма по публикациям в отечественных источниках

Исходя из таблицы ниже мы увидим, что почти 40 % – это изучение темы управления в BIM, которая является одной из первостепенных и важных задач (в исследованиях и разработках BIM) для отечественной отрасли научных исследований.

Таблица 1 – Сравнительная таблица по публикациям

Общее количество публикаций про BIM (отечественные источники)	Сумма публикаций про управление в BIM	Процент
6 592	2 608	39,56

40 % отечественных публикаций посвящены теме управления в BIM и это хороший показатель, который характеризуют отрасль управления, как самую перспективно развивающуюся составляющую BIM-технологий.

Для сравнения проанализируем рынок BIM исследований по иностранным источникам. Исходя из таблицы ниже мы увидим, что почти 40 % – это изучение темы управления в BIM, которая является одной из первостепенных и важных задач.

На рисунке 3 представлена статистика публикаций по иностранным источникам.

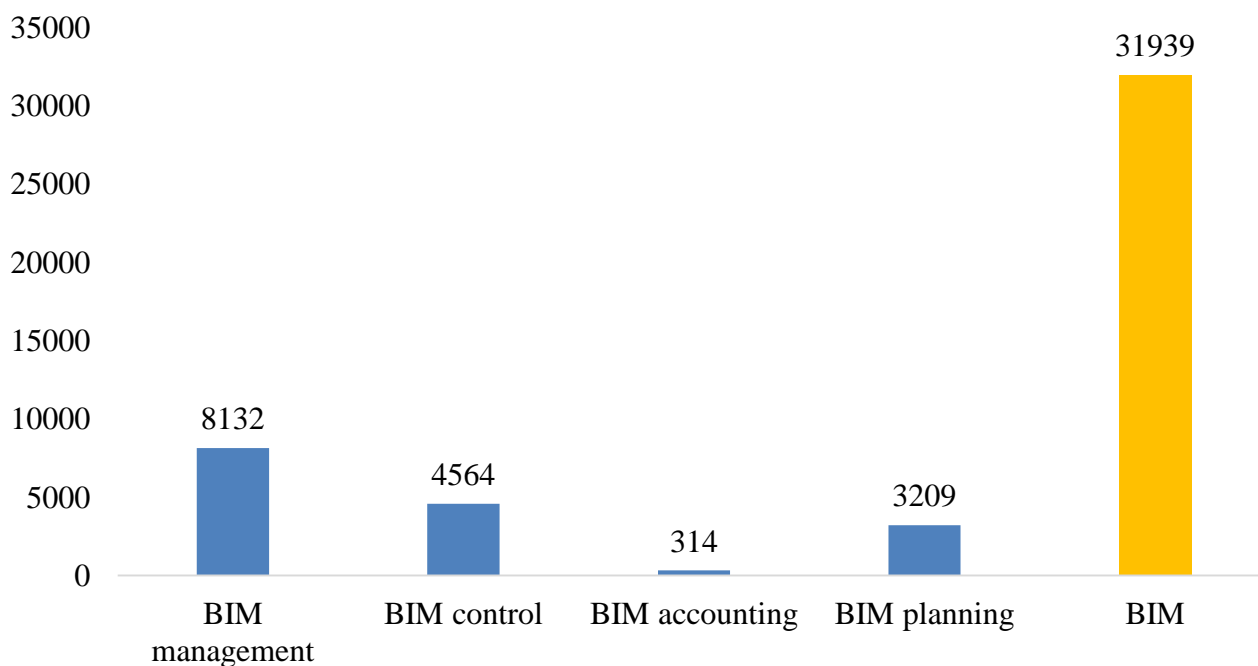


Рисунок 3 – Сравнительна гистограмма по публикациям в иностранных источниках

Таблица 2 – Сравнительная таблица по публикациям

Общее количество публикаций про BIM (иностраные источники)	Сумма публикаций про управление в BIM	Процент
31 939	16 219	50,78

Процентное соотношение за границей ещё выше, чем в России (аж больше половины), и, несомненно, тема управления, включая функции планирования, контроля и учёта, занимает ключевое место в исследованиях на тему BIM. Вероятно, это может быть связано с тем, что в зарубежном журнале размещается большое количество разных стран и сказывается тот факт, то английский язык является мировым языком, и большее количество людей общаются посредством этого языка. А не одна конкретная страна, как в случае с отечественной статистикой.

Для изучения статистики по странам построим новый рисунок 4. В нём собрана статистика по теме BIM и теме управления в BIM и размещена на одной диаграмме для наглядного понимания разницы.

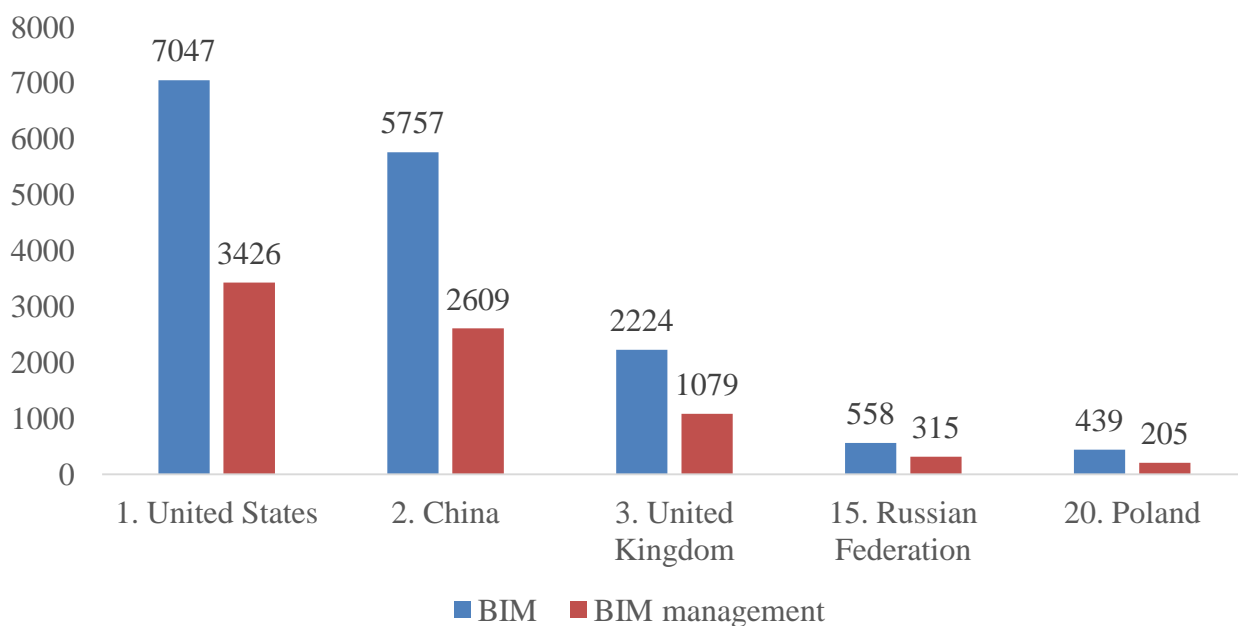


Рисунок 4 – Сравнительна гистограмма по странам

Исходя из статистики выше (источник Scopus.com), можно сделать вывод, что USA, лидирует с большим отрывом от других стран в данном направлении. Однако, на Scopus.ru преимущественно публикуют исследования на английском языке, являющимся международным и национальным для Америки и Англии. В России же используют такие научные библиотеки как, например, Elibrary.ru, т.к. в нем преобладает Российский национальный язык – русский.

Для большей достоверности анализа сравним статистику по USA из Scopus.com и по России из Elibrary.ru в таблице 4.

Таблица 3 – Сравнительная таблица по отечественным и иностранным публикациям

Страна	BIM	BIM management	Процент
United States	7 047	3 426	48,61
Russian Federation	6 592	2 608	39,56

В этой таблице мы видим, что суммарное количество публикаций примерно равно, но в Америке, лидеру по изучению BIM, все же уделяют большее внимание теме управления в этой отрасли.

Также необходимо было изучить публикации по годам, для этого построим новый рисунок 5.

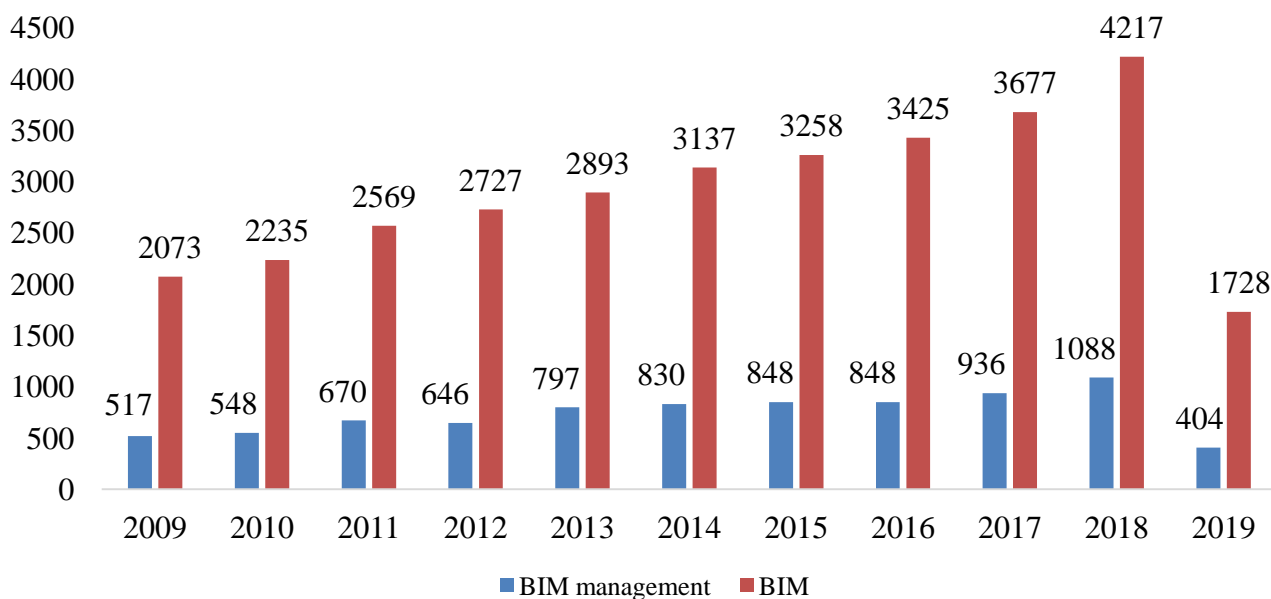


Рисунок 5 – Сравнительна гистограмма по годам

Анализируя этот график, можно понять, что около четверти всех статей о BIM в каждом году было опубликовано об управлении в BIM. А также мы видим, что тенденция изучения темы BIM с каждым годом только растёт.

Из таблиц выше отчётливо видно, что Россия не уступает по количеству научных исследований в теме BIM и также оценивает важность изучения управления в нём. То есть, процент, выделенный на изучение управления в отрасли BIM составляет примерно одинаковое количество, как в зарубежных, так и в отечественных разработках.

Планирование строительства является фундаментальной и сложной задачей в управлении и выполнении строительных проектов. Он включает выбор технологии, определение рабочих задач, оценку необходимых ресурсов и продолжительности для отдельных задач, а также выявление любых взаимодействий между различными рабочими задачами. Хороший план строительства является основой для разработки бюджета и графика работ. Разработка плана строительства является критической задачей в управлении строительством, даже если план не написан или официально не зарегистрирован. В дополнение к этим техническим аспектам планирования строительства может также потребоваться принятие организационных решений

относительно взаимоотношений между участниками проекта и даже о том, какие организации включить в проект. Например, степень, в которой субподрядчики будут использоваться в проекте, часто определяется во время планирования строительства.

При разработке плана строительства принято уделять первостепенное внимание либо контролю затрат, либо контролю графика. Некоторые проекты в основном делятся на категории расходов с соответствующими затратами. В этих случаях планирование строительства ориентировано на затраты или расходы. В рамках категорий расходов проводится различие между затратами, понесенными непосредственно при выполнении какого-либо вида деятельности и косвенно при выполнении проекта. Например, расходы по займам для финансирования проекта и накладные расходы обычно рассматриваются как косвенные расходы. Для других проектов составление графика работ с течением времени имеет решающее значение и подчеркивается в процессе планирования. В этом случае планировщик гарантирует, что надлежащие приоритеты между действиями поддерживаются и что эффективное планирование доступных ресурсов преобладает. Традиционные процедуры планирования делают упор на поддержание приоритетов задач (что приводит к процедурам планирования критических путей) или эффективное использование ресурсов с течением времени (что приводит к процедурам планирования работы цеха). Наконец, большинство сложных проектов требуют учета затрат и планирования с течением времени, поэтому планирование, мониторинг и ведение учета должны учитывать оба аспекта. В этих случаях интеграция информации о графике и бюджете является серьезной проблемой.

Планирование строительства не является деятельностью, которая ограничена периодом после заключения контракта на строительство. Это должно быть важным видом деятельности во время проектирования объекта. Также, если проблемы возникают во время строительства, требуется перепланировка.

Превосходство в управлении проектами с успешным результатом достигается через структурированный процесс, который включает в себя несколько этапов:

- инициирование и планирование;
- выполнение;
- мониторинг и контроль;
- закрытие.

Процесс уравнивает ключевые ограничения проекта и предоставляет инструмент для принятия решений по всему проекту на основе ценностей заинтересованных сторон, показателей эффективности, установленных процедур и целей проекта.

Эффективное управление проектом включает в себя стратегии, тактики и инструменты для управления процессами проектирования и строительства, а также для контроля ключевых факторов, чтобы гарантировать, что клиент получит объект, который соответствует его ожиданиям и функциям, как и предполагалось. Повышение качества здания напрямую способствует снижению эксплуатационных расходов и повышению удовлетворенности всех заинтересованных сторон. Успешная реализация проекта требует внедрения систем управления, которые будут контролировать изменения в ключевых факторах объема, графика, бюджета, ресурсов и риска для оптимизации качества и, следовательно, инвестиций. Этот раздел предлагает руководство для всей команды, чтобы успешно и эффективно оптимизировать качество высокопроизводительного строительного проекта.

Крайне важно установить качества проекта, которые необходимы для удовлетворения потребностей и ожиданий клиента и конечного пользователя после его доставки и использования. Соотношение цены и качества в строительстве требует завершения проекта в срок, в рамках бюджета и на уровне функциональности, который отвечает определенным потребностям. Хорошо запрограммированный проект будет продолжать обеспечивать ценность и удовлетворять потребности пользователей в течение всего срока его

службы и будет вносить позитивный вклад в среду, в которой он находится, с широким спектром социальных и экономических выгод. Ранние инвестиции в планирование, программирование и проектирование могут помочь получить эти преимущества и избежать ненужных затрат и задержек.

Вывод по первому разделу

Планирование строительства является фундаментальной и сложной задачей в управлении и выполнении строительных проектов. Он включает выбор технологии, определение рабочих задач, оценку необходимых ресурсов и продолжительности для отдельных задач, а также выявление любых взаимодействий между различными рабочими задачами.

Тема управления BIM на данный момент вовлекает всё больше интереса потому, что научные публицисты проводят всё больше исследований в этом направлении. Россия в том числе не уступает и активно изучает данный вопрос.

Статистика научных исследований на тему управления BIM показывает, что российское научное сообщество уже активно изучает данный вопрос и не сильно отстает в изучении темы от других стран в этой отрасли.

Эффективное управление проектом включает в себя стратегии, тактики и инструменты для управления процессами проектирования и строительства, а также для контроля ключевых факторов, чтобы гарантировать, что клиент получит объект, который соответствует его ожиданиям и функциям, как и предполагалось. Повышение качества здания напрямую способствует снижению эксплуатационных расходов и повышению удовлетворенности всех заинтересованных сторон.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ

2.1 Особенности построения модели объектных технологических зависимостей (МОТЗ)

Модель объектных технологических зависимостей является моделью, которая служит базой для сбалансированного распределения объемов СМР во времени всей программы строительной организации.

Разработка модели объектных технологических зависимостей (МОТЗ) включает в себя следующие задачи:

Задача 1. Разработка модели объектных технологических зависимостей (МОТЗ).

Задача 2. Учет и контроль действующего хода строительного производства на основе МОТЗ.

Задача 3. Планирование строительно-монтажных работ на базе МОТЗ в оперативном режиме.

Задача 4. Распределение объектных строительно-монтажных работ во времени.

В системе управления производством используются линейные графики, циклограммы, сетевые графики и т.д. Практика показала, что информация, полученная с использованием данного класса моделей, не может являться основой для решения различных инженерных задач, связанных с логистическим обеспечением строительного производства в связи с ее нестабильностью. Поэтому предлагается использовать в качестве базовой модели для решения комплекса задач, связанных с управлением строительным производством, модель объектных технологических зависимостей, которая описывается следующими параметрами и ограничениями:

– технологическими зависимостями «не ранее по началу» и «не ранее по окончанию»;

- временной области выполнения работы;
- директивной и нормативной продолжительностью строительства (сроками начала и окончания строительства объекта);
- максимальным насыщением трудовыми ресурсами каждой работы.

Принципиальным отличием этой модели, от применяемых в настоящее время, является наличие временной области у каждой работы. Этот параметр не соответствует общепринятому понятию продолжительности производства работы, а является ограничивающей зоной для определения множества допустимых значений варианта распределения объемов работ по плановым периодам; распределения трудовых ресурсов; начала, окончания и продолжительности работы; критичностью выполнения и т. п. Такая возможность варьировать параметрами календарного плана «внутри» временной области обеспечивается отсутствием заранее установленной жесткой связи между предварительным распределением трудовых ресурсов по работам, расчетной продолжительности выполнения каждой работы с одной стороны и распределением объема работы во времени с другой.

МОТЗ представляет собой дальнейшее развитие сетевых моделей, поскольку принципы построения ее совпадают с принципами сетевого моделирования. Однако расчет сетевых моделей, в частности простейших детерминированных временных (ПДВ), обобщенных сетевых моделей (ОСВ), узловых детерминированных временных (УДВ) направлен на определение ранних и поздних оценок сроков начала и окончания выполнения работ по установленной продолжительности каждого строительного процесса. В МОТЗ, наоборот, на основе ограничений на начало и окончание работ (которые определяются исходя из директивного, нормативного срока строительства объекта, норм СНиП и др.) рассчитывается временная область производства работ. Причем продолжительность работы не конкретизируется, что позволяет иметь некоторое множество расписаний и распределений трудовых ресурсов и объемов выполняемых работ во времени.

Организационно-технологическая зависимость «не ранее по началу» определяет возможность начала рассматриваемой работы, при условии выполнения некоторого необходимого объема работ на предыдущем строительном процессе. Зависимость «не ранее по окончанию» определяет возможность окончания предыдущей работы, при условии выполнения некоторого объема работ на рассматриваемой работе после окончания предыдущей работы.

В МОТЗ параметры, описывающие взаимосвязь и последовательность выполнения работ («не ранее по началу» и «не ранее по окончанию») носят детерминированный характер. Но несмотря на предопределенность оценок технологических зависимостей, временная область выполнения работ обеспечивает МОТЗ большую вариабельность различных параметров по сравнению с сетевыми моделями и оставляет место для имитирования различных ситуаций, как в процессе решения задач календарного планирования СМР, так и в ходе строительства объектов. По простоте графического изображения МОТЗ можно сравнить с линейными графиками Ганта.

Необходимая степень готовности предыдущей работы определяется объемом, который равен минимальному количеству трудовых ресурсов последующего процесса для производства работ в соответствии с нормативными и руководящими документами. Минимальный объем устанавливается для каждой парной связи отдельно. Время, характеризующее минимальное отставание начала последующей работы от начала предшествующих определяется также для каждой пары взаимосвязанных работ.

Примем обозначения:

t_j^H – возможное начало j работы;

$t_{j,j-1}^H$ – минимальное начальное отставание j работы от предшествующей $j-1$;

$V_{\min j-1,j}^H$ – минимальный объем работы $j-1$, обеспечивающий возможное планирование единицы объема последующего процесса j ;

v – нормативная трудоемкость выполнения единицы объема;
 r – необходимое количество трудовых ресурсов для выполнения

минимального объема $V_{\min_{j-1,j}}^h$;

R_{\max} – максимальное количество трудовых ресурсов, соответствующее
 максимальному насыщению фронта работ;

$\omega=1,2,\dots,\bar{\omega}$ – порядковый номер парной связи;

$j = 1,2,\dots,m$ – порядковый номер работы или конструктивного элемента для
 каждого из объектов;

$i = 1,2,\dots,n$ – порядковый номер объектов в программе работ строительной
 организации;

$h=1,2,\dots,\bar{h}$ – специализация трудовых ресурсов.

Тогда

$$t_{j,i}^h \geq t_{j-1,i}^h + t_{j,j-1,i}^h \quad (7)$$

$$t_{j,j-1,i}^h = \frac{V_{\min_{j,j-1,i}}^h \cdot v_{j-1}}{r_{j-1,i}^h} \quad (8)$$

Поскольку начало выполнения работы может технологически зависеть от
 нескольких предыдущих процессов, поэтому:

$$t_{j,i}^h = \max_{\omega \in \bar{\omega}} (t_{j-1,\omega,i}^h + t_{j,j-1,\omega,i}^h) \quad (9)$$

Зависимость «не ранее по окончанию», характеризуемая минимальным
 объемом работ, который необходимо выполнить на последующем процессе после
 окончания предыдущего, рассчитывается по формулам:

$$t_{j,i}^0 = \min_{\omega \in \bar{\omega}} (t_{j-1,\omega,i}^0 + t_{j,j-1,\omega,i}^0) \quad (10)$$

При этом

$$t_{j,j-1,\omega,i}^0 = \frac{V_{\min_{j,j-1,\omega,i}}^0 \cdot v_j}{r_{j,i}^h} + t_{\text{техн}} \quad (11)$$

где t_j^0 – возможное окончание работы j ;

$t_{j,j-1}^0$ – минимальное конечное отставание работы j от предшествующей $j-1$;

$V_{j-1,j}^0$ – минимальный объем работы j , который необходимо выполнить после окончания предшествующего процесса $j-1$;

$t_{\text{тех}}$ – время необходимое для выполнения технических, технологических и других требований и ограничений, обусловленных технологией, техникой безопасности и прочим.

Объемы $V_{\min_{j-1,j}}^H$ и $V_{\min_{j-1,j}}^0$ определяются исходя из специфики каждой работы, характера объекта, технических условий производства, правил техники безопасности и т. д.

При формулировке определений технологических зависимостей «не ранее по началу» и «не ранее по окончанию» обращалось внимание, что количественные оценки этих зависимостей не конкретизируют заранее сроки начала, окончания и продолжительности работ. Эти параметры, а также количество трудовых ресурсов, необходимое для выполнения каждой работы, могут принимать различные значения «внутри» временной области и уточняются в процессе взаимоувязки объектных моделей строительного производства в общий календарный план СМР строительной организации.

Изменчивость планирования объемов работ по плановым периодам обеспечивается отсутствием в МОТЗ некоторых требований и условий, накладываемых, как правило, на организационно-технологические модели объектов, в частности:

- не предусматривается предварительное распределение трудовых ресурсов по работам;
- МОТЗ позволяет проектировать начало и окончание работ «внутри» временной области раздельно друг от друга.

Такая возможность варьировать этими параметрами объясняется тем, что в

модели предварительно не предусматриваются условия равномерности и непрерывности выполнения работ. Кроме того, отсутствие этих условий повышает вариантность распределения объемов работ по планируемым периодам.

Жесткость и предопределенность укрупненных моделей строительного производства устраняется, если группировку и разгруппировку необходимой информации для задач годового и оперативного планирования производить на основе параметров МОТЗ.

Наличие временной области, рассчитанной по МОТЗ у единичных работ обеспечивает неоднозначность временных параметров укрупненных работ, что придает агрегированной модели соответствующие динамические качества даже при наличии некоторых жестких технологических ограничений.

Временные параметры агрегированных работ рассчитываются по следующим формулам:

1) начальные и конечные отставания соответственно будут равны:

$$t_{i,\theta}^H = \min_{\forall j \in \theta} (t_{j,i}^H) \quad (12)$$

$$t_{i,\theta}^0 = \max_{\forall j \in \theta} (t_{j,i}^0) \quad (13)$$

где θ – код агрегированной работы: $\theta = 1, 2, \dots, \bar{\theta}$;

2) временная область агрегированной работы « θ » определится из разницы параметров начальных и конечных отставаний:

$$t_{i,\theta} = t_{i,\theta}^0 - t_{i,\theta}^H \quad (14)$$

Временная область технологического этапа рассчитывается аналогично, только вместо параметров единичных работ берутся оценки технологического модуля.

Сгруппированные работы (технологический этап) включают в себя строго определенный перечень единичных работ, составленный на основе единого классификатора работ и услуг в строительстве или справочников строительных организаций. В отличие от применяемых организационно-технологических моделей, в МОТЗ такое укрупнение не приводит к жесткой структуре благодаря

наличию временной области на всех этапах группировки и разгруппировки информации. Временные области единичных работ «1», «2», «3» образуют временную область агрегированной работы (технологического модуля) «1», а единичные работы «4», «5», «6» – временную область технологического модуля «II» и т. д.

В свою очередь, временные области технологических модулей образуют временную область технологического этапа. Аналогичным образом можно получить количественные оценки временных областей единичных работ при разукрупнении сгруппированных.

Анализ особенностей модели объектных технологических зависимостей позволяет сделать следующие выводы:

1) описанная модель служит как технологическая основа для планирования СМР, принятия организационных решений, а также планирования учета и контроля хода выполнения работ. Технологические зависимости «не ранее по началу», «не ранее по окончанию», а также временная область выполнения работ, определяющих суть технологической основы строительного производства на объекте, образуют в совокупности некоторую зону допустимых решений для расчета различных параметров календарного плана - сроков начала и окончания работы, ее продолжительности, физических и стоимостных объемов по плановым периодам, количества трудовых ресурсов по каждой работе и т. д. В предлагаемой модели отсутствует ряд «диктующих» условий и требований, таких как безусловное начало последующей работы после выполнения определенного объема на предшествующей, равномерности и непрерывности выполнения работы, жесткой зависимости между количеством трудовых ресурсов, распределенных по работам, и планируемым объемом работ в плановом периоде и др. Это в значительной мере повышает степень варибельности модели по сравнению с применяемыми и позволяет получать более точные результаты при решении оптимизационных задач календарного планирования;

2) предлагаемая модель для решения задач календарного планирования СМР

не претерпевает качественных изменений, т. е. не переходит из одного вида организационно-технологических моделей в другой в процессе взаимоувязки их в общий календарный план. Количественная оценка зависимостей «не ранее по началу» и «не ранее по окончанию» и продолжительности временной области, образующих «каркас» базисной модели, остаются детерминированными на всем протяжении решения задач и при различных перерасчетах календарных планов. Такая устойчивость модели позволяет включить ее в состав нормативной базы АСУ;

3) модель объектных технологических зависимостей не теряет свою «гибкость» при укрупнении исходной информации для различных уровней планирования, а процесс агрегирования и дезагрегирования можно производить в автоматизированном режиме на ЭВМ без участия высококвалифицированного инженерно-технического персонала;

4) с помощью рассмотренной модели возведения объекта можно анализировать ход и состояние выполнения работ в каждом плановом периоде планируемого года.

2.2 Развитие информационного моделирования в строительстве (BIM)

Технология BIM (Building Information Modeling или Building Information Model) предполагает построение одной или нескольких точных виртуальных моделей здания в цифровом виде. Использование моделей облегчает процесс проектирования на всех его этапах, обеспечивая более тщательные анализ и контроль.

В настоящий момент строительная отрасль зафиксировала надежную интерпретацию этой аббревиатуры – Building Information Modeling – информационное моделирование зданий или сооружений. В свою очередь, этот термин описывает технологию, охватывающую полный жизненный цикл объекта строительства: от идеи создания до эксплуатации и сноса.

В последнее время строительное информационное моделирование (BIM)

набирает обороты в строительной отрасли. В течение последних двух лет все в восторге от BIM в зданиях и сооружениях. Это стало модным словом и может показаться новым для многих, но на самом деле идеи и технологии, лежащие в основе BIM, развиваются уже более пятидесяти лет. Концепция BIM не приписывается одному человеку, а является богатой историей инноваций из США, Центральной и Северной Европы и вплоть до Японии. Также интересно отметить, что часть истории BIM переплетена с холодной войной. Все эти увлекательные истории сводятся к гонке за создание идеального решения.

Информационная модель здания может быть разработана в программном обеспечении, которое может быть или не быть параметрическим. Параметрический - это процесс, основанный на алгоритме, который позволяет выражать параметры и правила, которые вместе определяют, кодируют и уточняют взаимосвязь между замыслом проектирования и ответом проекта.

Параметрическое моделирование позволяет создавать элементы ограничения, такие как высота горизонтального уровня, которая затем может быть связана с высотой определенного набора стен, параметрически регулируемых друг с другом. Использование компьютерных технологий автоматизировало многоплановые задачи во всех дисциплинах, тем самым значительно повышая производительность. В первые дни BIM был скорее образцом речи, чем реальной технологией - компьютерные ограничения и странные пользовательские интерфейсы для платформ BIM заканчивались программами рисования 2D-линий, такими как AutoCAD и Bentley Microstation. Потребовалось много времени, чтобы включить вычислимость в проектное моделирование.

Хронология истории BIM

1957 – Pronto, первое коммерческое программное обеспечение для автоматизированной обработки (CAM);

1963 – Sketchpad, CAD с графическим интерфейсом пользователя;

1975 – Система описания зданий (BDS);

1977 – Графический язык для интерактивного дизайна (GLIDE);

198 – 2D CAD;
1984 – Радар СН;
1985 – Vectorworks;
1986 – действительно универсальная система автоматизированного производства (RUCAPS);
1987 – ArchiCAD;
1988 – Pro / ENGINEER;
1992 – Построение информационной модели как официальный термин;
1993 – Консультант по проектированию зданий;
1994 – miniCAD;
1995 – формат файла Международного базового класса (IFC);
1997 – Работа в команде ArchiCAD;
1999 – Онума;
2000 – Revit;
2001 – NavisWorks;
2002 – Autodesk покупает Revit;
2003 – Генеративные компоненты;
2004 – обновление Revit 6;
2006 – Цифровой проект;
2007 – Autodesk покупает NavisWorks;
2008 – Манифест Параметриста.

Чтобы проследить историю систем BIM, мы должны вернуться к ранним дням вычислений и копаться в концептуальных основах. Компьютерное проектирование и автоматизированное производство (затем механическая обработка) развивались как две отдельные технологии примерно в одно и то же время, начиная с 60-х годов. В то время никто не предвидел, что и САМ, и САД в конечном итоге переплетутся и станут мощными силами в индустриальном мире.

В 1957 году доктор Патрик Дж. Ханратти разработал первое коммерческое программное обеспечение для автоматизированного производства (САМ),

разработанное компанией Pronto. Это была технология обработки с числовым программным управлением, которая впоследствии переросла в автоматизированное производство. Вскоре после этого он увлекся компьютерной графикой и в 1961 году разработал DAC (Design Automated by Computer), который стал первой системой CAM, CAD, которая использовала интерактивную графику и использовалась для сложных пресс-форм General Motors.

После этого времени несколько исследователей дизайна работали над технологией, эквивалентной географическим информационным системам (ГИС). Среди этих исследователей была заметна работа Кристофера Александра, так как она оказала влияние на группу первых компьютерных ученых, которые работали над объектно-ориентированным программированием. Однако без графического интерфейса концептуальные основы не могли быть реализованы в то время.

В 1995 году был разработан формат файлов Международного базового класса (IFC), позволяющий передавать данные по платформам, что в основном делает файл совместимым с различными программами BIM. В 1997 году ArchiCAD выпустила свое первое решение Teamwork для обмена файлами. Это революционизировало сотрудничество команды и позволило большему количеству архитекторов одновременно работать над моделью здания. Обновления Teamwork позже позволили удаленный доступ к тому же проекту через Интернет и позволили сотрудничеству и координацию проекта в более широком масштабе. В 1999 году в Японии Opuma позволил виртуальным командам работать над BIM через Интернет и создал систему планирования BIM на основе базы данных, которая проложила путь к будущей бесшовной кроссплатформенной интеграции программного обеспечения BIM и параметрических технологий. В 2001 году NavisWorks разработала и выпустила на рынок JetStream, программное обеспечение для анализа 3D-дизайна, которое предлагает набор инструментов для 3D-навигации, совместной работы и координации. JetStream в основном координировал изменяющиеся данные формата файлов и позволял строить симуляции и обнаруживать проблемы. Когда

Revit выпустила свое обновление Revit 6 в 2004 году, это подготовило почву для совместной работы более крупных команд архитекторов и инженеров в рамках одного интегрированного программного обеспечения модели. Когда Autodesk стал лидером игры BIM, он приобрел Revit в 2002 году, NavisWorks в 2007 году, среди других «меньших» систем BIM. В конце 2012 года Autodesk разработал формит. Formit представляет собой приложение, которое позволяет концепцию модели BIM на мобильном устройстве.

Здесь стоит упомянуть несколько игроков BIM. Несмотря на небольшую долю рынка, они оказали огромное влияние на мир дизайна. В 2003 году Bentley Systems разработала Generative Components (GC), платформу BIM, которая сфокусирована на параметрической гибкости и геометрии скульптинга.

Поскольку BIM празднует не менее 40 лет своей общей концепции и технологии, она, похоже, просто реализует свой огромный потенциал для архитектуры, инженерии и строительства. Мы постепенно становимся свидетелями интеграции виртуального проектирования и конструирования с «практиками устойчивого проектирования, взаимодействия человека с компьютером, дополненной реальности, облачных вычислений и генеративного проектирования» (Bergin, 2011). Эти тенденции постоянно и быстро влияют на развитие BIM. На самом деле это захватывающее время, чтобы быть живым и наблюдать рост технологий строительства.

При всех параметрических взглядах и ценностях существует дрейф поколений, который тонко создается технологической интеграцией. Например, проектировщик «начального уровня», который знает основные команды в программном обеспечении, может выполнить больше работы, чем опытный архитектор, не имеющий опыта работы с программным интерфейсом и концепциями. Поскольку все это - обучаемые навыки и методы, архитектурные школы и даже компании-разработчики программного обеспечения проводят специальную подготовку для конкретного программного обеспечения. Быть «устаревшим» как работник - это миф, поскольку все эти новые технологические

интеграции могут быть изучены.

Что понимается под BIM

Информационное моделирование зданий (BIM) – один из наиболее быстро развивающихся инструментов в строительстве.

Его популярность проистекает из его способности хранить всю информацию, относящуюся к проекту здания, в одном месте. От проектирования здания до его доставки, любые данные, относящиеся к проекту, связаны, создавая полное цифровое описание, а не набор отдельных чертежей.

В системе BIM много слоев. В его основе лежит программное обеспечение, позволяющее осуществлять 3D-моделирование и управление информацией. Хотя это ядро очень важно, это только начало.

Подлинным преимуществом BIM является его способность содействовать эффективному взаимодействию между всеми сторонами, участвующими в проекте строительства, и включать информацию со всех этапов жизненного цикла проекта. Этот легкий доступ к надежным данным позволяет лучше принимать решения на протяжении всей жизни учреждения.

BIM выступает в качестве хранилища информации, созданной во время проектирования, строительства и эксплуатации здания. Это также позволяет пользователям определять и моделировать структуру здания, доставку и операции.

Хранение и обмен информацией

BIM позволяет всем членам команды получать доступ и делиться одной и той же информацией на протяжении всего процесса строительства. Это исключает риск потери данных, недопонимания и избыточности. Информация, содержащаяся в такой модели, также может иметь перекрестные ссылки. Например, объект, используемый в модели, может быть связан с фотографией, руководством или информацией о гарантии. Это не только полезно на этапах проектирования и строительства, но и чрезвычайно полезно после передачи объекта.

Несмотря на многочисленные преимущества, существуют проблемы, которые должен учитывать каждый, кто заинтересован во внедрении системы BIM. Просмотр модели может быть проблемой, особенно в полевых условиях. Субподрядчику может потребоваться загрузить и установить программное обеспечение для просмотра модели. Файлы, связанные с этими моделями, могут быстро стать довольно большими (часто превышающими 50 МБ). Файлы такого размера не могут быть отправлены по электронной почте.

Также может быть трудно определить, когда был получен полный набор информации для передачи владельцу объекта. Наконец, объем информации, включенной в этот тип моделирования, может быть огромным, если получатель не знаком с использованием системы.

Хотя BIM открывает некоторые потенциальные проблемы, в целом это очень эффективный инструмент для хранения и обмена информацией, относящейся к проекту здания. Его популярность, вероятно, продолжит расти в будущем.

BIM имеет потенциал для улучшения коммуникации тремя жизненно важными способами.

BIM позволяет объединять различные навыки и профессии в единую систему. Он становится все более неотъемлемым фактором строите, так как строительный сектор должен значительно вырасти в ближайшие годы. Есть три ключевых области значительного потенциала для будущего общения в BIM.

1. Общение с клиентами (Клиенту доступны живые форматы BIM)

Прежде всего, существует возможность для большего взаимодействия клиента с системами BIM, чем это часто бывает. Например, если клиенты извлекают выгоду из результатов BIM, насколько больше они могут извлечь выгоду из доступа к соответствующему формату модели на протяжении всего процесса проектирования?

BIM может показаться пугающим и недоступным для клиентов. Однако, используя интерфейс, который превращает сложную и детализированную модель в простой трехмерный формат, клиент может получить обзор хода разработки в

знакомом формате. Это может принимать форму приложения для мобильного телефона, которое может использовать облачную обработку для визуализации модели BIM.

Ресурсирование облачных серверов позволило бы клиентам в режиме реального времени просмотреть модель здания. Этот формат модели может быть ограничен для предотвращения перегрузки информации. В рамках этой парной версии модели можно расставить приоритеты для ключевых элементов цели и краткости клиентов. Наличие отслеживаемых средств мониторинга коротких достижений – это еще один элемент, позволяющий избежать несоответствия между кратким описанием и замыслом на протяжении всего процесса.

Это окажет глубокое влияние на взаимодействие и переписку между сторонами, сам Объединенный строительный трибунал (JCT) подчеркивает важность протокола связи и ту роль, которую BIM играет в этом отношении.

2. Сообщение о стоимости (Интеллектуальное время / оценка стоимости)

Кроме того, насколько честно заполняют архитекторы, инженеры и подрядчики таблицы рабочего времени? Какое влияние имеет неточная запись информации о временных контрактах на работу?

Регистрация времени является не только важным средством оценки затрат времени на конкретные работы, но также позволяет проводить анализ эффективности на практике. Проекты, в которых значительное время затрачивается в BIM, имеют неиспользованный ресурс, касающийся интеллектуальной записи того, где конкретно в проекте тратится время.

Чтобы проиллюстрировать, комплексная оценка времени и затрат BIM позволяет выяснить, какие элементы процесса проектирования повлияли на программу, эти знания будут полезны при любых переговорах, когда такие вопросы влияют на чувствительную ко времени программу проектирования. Следовательно, интеллектуальная оценка времени и затрат позволила бы точно продемонстрировать, где на проектную модель было выделено наибольшее время (и, следовательно, стоимость).

3. Общине в условиях конкуренции (демонополизация собственного рынка BIM)

Кроме того, BIM является мощным средством спецификации в строительной отрасли. Тем не менее, проприетарные системы без доступа к программному обеспечению и навыкам BIM часто приводят к случаям, где управленцы не имеют доступную информацию для консультантов в 2D и 3D форматах. Таким же образом, этот эффект в спецификации BIM может привести к затруднениям для мелких владельцев продукта.

Следовательно, профессиональные организации могут создавать возможности для малых организаций конкурировать на национальной арене. Эти «семинары BIM» будут направлены на то, чтобы дать возможность поставщикам продуктов и систем ознакомиться с соответствующими форматами BIM.

Фактически, прогрессирование правительственных целей BIM в строительной отрасли должно учитывать владельцев как малых, так и крупных

Таким образом, коммуникативная интеграция клиентов, стоимость и конкуренция являются тремя ключевыми областями, которые предоставляют большие возможности в строительной отрасли. Поскольку разработка происходит как на программном, так и на законодательном уровнях, BIM обладает потенциалом для содействия сотрудничеству как на договорном уровне, так и в строительстве.

Следовательно, разработка интеллектуальных систем связи в BIM поддерживает сам принцип сотрудничества, поскольку строительная отрасль становится все более интегрированной, и мы по-прежнему увидим, что сумма действительно больше, чем ее части.

Опровержение основных заблуждений о BIM

Ниже описаны основные заблуждения, возникающие у пользователей технологии информационного моделирования и опровержения этих фактов.

BIM это просто 3D моделирование:

BIM не просто рисует вещи в трех измерениях. Хотя 3D-модели являются,

пожалуй, наиболее очевидным визуальным проявлением изменившихся способов работы, они являются лишь частью гораздо более широкого процесса. Во многих отношениях «моделирование», упомянутое в «ВІМ», является чем-то отвлекающим. ВІМ – это не просто создание визуального представления физического объекта, а совместная работа по созданию цифровых наборов данных. Эти данные (как графическая, так и неграфическая информация) хранятся в общем цифровом пространстве, известном как Общая среда данных (CDE), где они могут использоваться для создания федеративных моделей. Таким образом, ВІМ на самом деле является целенаправленным управлением информацией в течение всего срока службы актива. Чтобы работать таким образом, вам нужно думать о людях, процессах и технологиях, а не только о 3D-модели.

ВІМ займет больше времени и повлияет на производительность:

Любой процесс, который включает в себя новые способы работы, несомненно, займет некоторое время, чтобы как охватить, внедрить, так и обработать, привыкнуть. Тщательное и продуманное планирование поможет упростить производство – выбор правильного пилотного проекта и уверенность, что у вас есть время и ресурсы, чтобы преуспеть в реализации проекта. В долгосрочной перспективе вы должны вскоре начать ощущать выгоды, которые перевешивают первоначальные инвестиции.

По сравнению с более традиционными методами работы ВІМ-подход обычно загружает информацию и ресурсы, связанные с проектом, и это может занять некоторое время, чтобы привыкнуть с точки зрения планирования проекта и предоставления ресурсов. При этом, имея ввиду широкий спектр обучения и ресурсов, а также уроки, извлеченные из опыта других организаций, для того, чтобы ускориться, нужно управлять даже самой занятой фирмой.

ВІМ – не единственное изменение, с которым пришлось столкнуться строительной индустрии – как бы мы ни перешли от пишущей ручки к компьютерной мышке и САПР, тогда ВІМ – это просто следующий эволюционный шаг. Точно так же, как пишущие машинки редко встречаются в

современных офисах, однажды BIM станет «обычным делом», поэтому время, потраченное сейчас, вероятно, будет потрачено не зря.

BIM будет стоить дороже:

Несомненно, будут какие-то первоначальные затраты с любой программой, чтобы изменить традиционные рабочие процессы, но это должно быть компенсировано долгосрочной эффективностью и преимуществами. Хотя BIM касается не только аппаратного или программного обеспечения, либо дополнительного обучения, в широкомасштабной реализации BIM, скорее всего, будут расходы по всем этим статьям бюджета. Но BIM не должен быть дорогим - есть много инструментов, доступных бесплатно или по низкой цене, и множество легкодоступных источников рекомендаций и помощи. Не забывайте, что вы можете легко решить, какие аспекты реализации BIM и когда решать, контролируя расходы и сроки, чтобы соответствовать существующим обязательствам. Тщательно подумайте о том, чтобы переложить расходы на клиентов, которые вряд ли поймут, почему им нужно платить больше за активы, которые будут доставлены «должным образом».

BIM только для «больших» – крупных компаний, больших зданий, крупных (государственных) проектов.

Передовые «тематические исследования» и «примеры проектов» сфокусированы на больших и впечатляющих проектах, но это не должно означать, что это единственные проекты, которые могут извлечь выгоду из подхода BIM. Действительно, малые компании потенциально могут извлечь наибольшую выгоду из эффективности и сотрудничества, обеспечиваемых BIM. Дело в том, что все организации, как правило, несут одинаковые финансовые затраты (хотя и в разных масштабах) при реализации проектов.

Хотя правительства все чаще поощряют или даже предписывают использование BIM в своих проектах, учитывая преимущества и эффективность, которые могут быть реализованы, такой подход не ограничивается крупными проектами государственного сектора. Действительно, клиенты частного сектора

все чаще используют возможности для различных проектов – как крупных, так и небольших, с различными уровнями сложности.

Большой или маленький, сложный или простой, государственный или частный сектор – все проекты и участники должны извлечь выгоду из подхода BIM.

BIM просто вспышка на сковороде:

Некоторые из ключевых концепций, лежащих в основе BIM, были в разработке долгое время. Потенциал скоординированного проектирования для устранения расходов и обеспечения экономии средств был поддержан такими организациями, как Building Research Institute (BRE) в 1970-х годах. Принципы автоматического обнаружения коллизий обсуждалась еще в 1966 году. BIM – далеко не увлечение, а естественная эволюция, воплощенная в развитие технологий и стимулируемая достижениями и ожиданиями в более широком мире. Однажды BIM просто станет «обычным делом», и те, кто его примет и адаптирует, получат больше всего.

BIM приносит пользу только тем, кто занимается проектированием и строительством:

BIM раскрывает все взгляды на одну и ту же основную информацию, поэтому все участники проекта выиграют от этих новых способов работы. Дизайнеры могут тратить больше времени на собственное проектирование, будучи уверенными в том, что их проекты выглядят хорошо и работают так, как ожидается. Координируя данные, владельцы и подрядчики могут точно сообщить о замысле проекта клиентам. Использование согласованных, структурированных данных о цифровых активах должно помочь понять, где лежат эксплуатационные расходы для тех, кто заинтересован в принятии решений.

BIM это просто тип программного обеспечения:

BIM это комплекс действий, а не программный пакет. Внедряя BIM, вам необходимо учитывать людей, процессы и технологии, чтобы реорганизовать существующие способы работы, чтобы в полной мере воспользоваться преимуществами цифрового совместного конструирования. Ваша самая большая

инвестиция на сегодняшний день будет заключаться в управлении изменениями, которое вы должны реализовать в своей компании, а не в стоимости программного обеспечения для генерации моделей, манипулирования наборами данных.

ВIM «решает» обнаружение коллизий:

ВIM 2 уровня требует, чтобы участники загружали файлы в общую среду данных в заранее определенных точках строительного проекта. Эти данные используются для создания федеративного набора данных и модели, что значительно упрощает обнаружение коллизий, поскольку работа целого ряда команд объединяется в стратегических точках. Программное обеспечение для моделирования ВIM и инструменты интеграции ВIM позволяют дизайнерам проверять наличие проблемных точек в своих собственных моделях и при объединении моделей. Теоретически это должно значительно облегчить обнаружение и устранение коллизий, но не заменяет здравый смысл (например, некоторые геометрические пересечения всегда будут вполне приемлемыми – например, трубы, утопленные в стенах) и общую строгость.

Клиенты не знают, что делать с данными ВIM:

Клиенты все чаще просят, чтобы их проекты были проектами «ВIM», не всегда полностью понимая, что это на самом деле означает на практике или какие выгоды принесет такой подход. Именно по этой причине заинтересованные стороны должны вовлекаться в работу на ранних этапах, чтобы убедиться, что как клиенты, так и команды по управлению объектами вели обсуждение на всех стадиях реализации проекта, чтобы их требования были полностью понятны. Могут помочь такие инициативы, как BSRIA, UBT Soft Landings Framework и Government Soft Landings, а названия, такие как ВIM для строительных клиентов, помогают сконцентрировать внимание.

Требования к геометрии слишком обременительны:

Может быть заманчиво смоделировать каждый элемент в проекте, но нет необходимости разбирать его до мелочей, если это не указано клиентом. ВIM, как

правило, лучше всего использовать для «намёка» на продукт, а не на его производство, поэтому вам нужно всего лишь достаточно информации, чтобы позволить проектной группе указать соответствующие строительные продукты. На протяжении всего жизненного цикла проекта это значение будет заменено реальными продуктами, и уровень информации будет увеличиваться. Объекты могут начинаться как «ограничивающий прямоугольник» (трехмерный прямоугольник, представляющий объект, который еще предстоит полностью определить) с грубыми размерами, служащими для указания того, что предполагается. На этапе проектирования может быть включена фактическая информация о продукте, поэтому нет необходимости тратить время на ранних этапах. Набор инструментов NBS BIM определяет уровень детализации, необходимый для тысяч объектов на протяжении жизненного цикла проекта.

2.3 Уровни детализации элементов информационной модели

Уровни детализации элементов информационной модели (LOD) являются одним из самых важных компонентов «языка» BIM, а концепция LOD является одной из наиболее обсуждаемых тем в сообществе BIM в мире сегодня. Чтобы убедиться в этом, достаточно взглянуть на множество терминов, связанных с уровнями детализации: «Level of Detail», «Level of Development», «Level of model Definition», «Depth of Detail» и др. Мы рассмотрим историю возникновения концепции LOD и ее интерпретацию определенных версий и спецификаций различных организаций, но сначала определим важность этой концепции и её место в разрезе процесса информационного моделирования [5].

В общем случае уровень детализации (LOD) определяет полноту проработки элемента информационной модели. Он определяет, сколько графической и неграфической (атрибутивной) информации требуется для определенного элемента информационной модели на определенном этапе ее развития.

Очевидно, уровни детализации должны соответствовать конкретным потребностям всех участников проекта на каждом этапе. В этом отношении

уровень детализации не обязательно должен быть мерой информационной и графической «насыщенности» элемента. Например, чтобы подготовить смету и составить индивидуальную спецификацию элемента инженерного оборудования (например, насоса) не нужно точно знать как оно выглядит, каковы его точные размеры и каковы его технологические характеристики, но необходимы данные по его маркировке, производителю, каталожной стоимости, весе и др. И наоборот, инженер нуждается в подробной геометрии и технологических параметрах, смежные дисциплины нуждаются в измерениях для реализации 3D координации и контроля элементов модели (определение «жестких» и «мягких» коллизий).

Таким образом, первая задача заключается в получении минимальной необходимой, но достаточной информации каждым участником процесса информационного моделирования для решения конкретных задач на определенном этапе проекта или стадии.

Как мы видим, концепция LOD чрезвычайно важна для планирования процесса информационного моделирования. Она отвечает на вопросы:

- что (какой элемент модели);
- какую информацию должен содержать этот элемент;
- когда (в какой момент времени);
- от кого должна быть передана эта информация;
- кому должна быть передана эта информация.

Использование LOD также чрезвычайно важно на этапе подготовки технического задания, на проектировании и моделировании.

При подготовке технического задания на проектирование с использованием технологии BIM технический заказчик формулируют цели и задачи использования информационных моделей, и в зависимости от этого предварительно устанавливает требуемые уровни детализации для различных элементов модели. Например, если необходимо использовать модель для оценки экономических показателей или поиска междисциплинарных коллизий, то будет целесообразно не прорабатывать детально узлы металлоконструкций [11].

На первый взгляд все логично, но оценка и понимание уровней детализации у всех участников проекта могут быть совершенно разными. Так, по оценке архитектора Американского Института Архитектуры Мак-Вильямса, около 70% претензий, сделанных заказчиками, объясняются тем, что результаты моделирования не соответствуют их ожиданиям. То есть, если цели использования информационной модели четко не определены, и минимальные требования для детализации элементов модели не сформулированы, результат может быть непредсказуемым для клиента. Таким образом, концепция LOD помогает четко и однозначно сформулировать требования заказчика к информационным моделям.

Еще один аспект, который оправдывает важность и необходимость использования концепции LOD для информационного моделирования, связан с различными способами отображения информации в традиционном (2D) проекте и BIM проекте. На чертежах, как правило, имеется ряд размерных линий, выносок, таблиц, примечаний, аннотаций, с помощью которых можно судить о количестве информации об объекте, представленном на чертеже. В информационной модели часто элементы одного и того же вида могут содержать очень разные объемы информации. Уровни детализации в этом случае позволяют определить различия элементов модели без проверки и сравнения свойств (атрибутов) каждого элемента отдельно [18, с. 58].

Чтобы понять концепцию LOD важно также учитывать, что элементы модели прогрессируют с разной скоростью в процессе информационного моделирования. Это в первую очередь связано с тем, что все разделы проекта не могут одновременно начать разрабатываться. Из этого следует, что понятие LOD может применяться только к отдельным элементам модели, но не к модели в целом и, соответственно, LOD может не соответствовать строго определенной стадии проекта.

Так же необходимо знать историю возникновения этой концепции и рассмотреть конкретные спецификации LOD.

В 2004 году концепция уровней детализации «Level of Detail» была представлена компанией Vico Software, которая специализируется на производстве программного обеспечения для управления строительными проектами и выполнения расчетов. Компания Vico Software в то время видела главной целью LOD определение стоимости строительства на различных стадиях проекта.

Первоначальная интерпретация термина «Level of Detail» определяла уровень детализации, как степень графического и информационного содержания элементов модели, но не затрагивала проблему минимальной достаточности этой информации для использования другими участниками проекта. Основная задача заключалась в определении стоимости проекта строительства на разных этапах: от оценки приблизительной стоимости на концептуальном этапе до определения точной стоимости на этапах производства рабочей документации и производства строительно-монтажных работ.

В 2008 году Американский Институт Архитектуры (AIA) развил концепцию LOD в виде протокола AIA E202-2008, Building Information Modeling Protocol Exhibit (типовая форма приложения к договору на BIM проект). На сегодняшний день действуют усовершенствованные версии этого протокола: AIA E203–2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit и AIA Contract Document G202-2013 Building Information Modeling Protocol Form [13].

В этих документах уровень детализации был определен как «Level of Development» (уровень проработки) элементов модели. Это переименование термина «Level of Detail», было обоснованным, но тем не менее ввело некоторую путаницу в общую BIM-терминологию т.к. аббревиатура осталась такой же – LOD [65].

Согласно последней версии протокола (E203–2013), LOD определяет минимальный объем геометрических, пространственных, количественных, а также других данных элемента модели, достаточных для реализации основных направлений использования моделей, соответствующих данному уровню

детализации.

Для организации процесса планирования BIM проекта, проведения 3D координации и передачи необходимой информации для решения основных проектных задач были определены пять базовых уровней детализации элементов информационной модели: LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400 и LOD 500. В приложении А и Б приведено описание базовых уровней.

Для каждого LOD были также рекомендованы основные направления использования информационных моделей:

1) для LOD 100 и LOD 200;

Анализ. Модель может быть проанализирована на основе объемов, площадей и ориентации путем применения обобщенных критериев эффективности.

Оценка стоимости. Модель может использоваться для приблизительной оценки стоимости (на основе оценочных площадей и объемов).

Планирование. Модель может быть использована для планирования процесса информационного моделирования.

Для других целей использования, указанных в требованиях Заказчика.

2) для LOD 300;

Выпуск проектной документации. Модель может быть использована для подготовки традиционной проектной документации.

Анализ. Модель может быть использована для проведения различных инженерных расчетов.

Оценка стоимости. Модель может использоваться для получения данных об оборудовании, изделиях и материалах для предварительного подсчета объемов работ.

Координация: Модель может использоваться для анализа коллизий.

Планирование. Модель может использоваться для планирования процесса информационного моделирования.

Для решения других задач, указанных в требованиях Заказчика.

3) для LOD 400;

Выпуск рабочей документации. Модель может быть использована для подготовки традиционной рабочей документации.

Анализ. Модель может быть использована для проведения различных инженерных расчетов.

Оценка стоимости. Модель может использоваться для получения данных по оборудованию, изделиям и материалам для подсчета объемов работ.

Координация: Модель может быть использована для анализа коллизий.

Планирование. Модель может быть использована для планирования процесса информационного моделирования.

Строительство. Модель может быть использована на стадии СМР.

Для решения других задач, указанных в требованиях Заказчика.

4) для LOD 500.

Модель может быть использована на стадии эксплуатации.

Следует обратить особое внимание на то, что в документе AIA E202-2008 впервые для каждого LOD были сформулированы основные направления использования моделей. Это, во-первых, облегчает принятие более обоснованных и четко сформулированных требований заказчика к информационным моделям, во-вторых, позволяет проектной группе до начала проекта определять и формулировать минимальные требования для информационной насыщенности элементов модели для каждого LOD [5].

Стоит обратить особое внимание на систему классификации и кодирования элементов конструкций, изделий, материалов, оборудования. В мире для этих целей на ранних стадиях применяются классификаторы Unifomat, так как он оперирует укрупненными элементами строительных конструкций и оборудования и на финальных стадиях MasterFormat, так как он детально описывает состав элементов конструкций, Omniclass, Uniclass и многие другие.

В нашей стране пока не существует подобных систем кодирования и необходимо создать классификатор используемых в проекте изделий, материалов и оборудования для выполнения конкретного BIM проекта. Корпоративные

классификаторы постепенно пополняются и являются неотъемлемой частью внутреннего BIM стандарта организации. На их основе формируются типовые шаблоны для BIM программ и наименования библиотечных элементов (стилей).

Возвращаясь к таблицам LOD и к определениям базовых уровней, стоит отметить, что LOD не изменяется внезапно (от 100 к 500), но проходит так же и промежуточные значения. Поскольку процесс проектирования/моделирования является непрерывным, то требования к LOD минимальны и кумулятивны относительно последующего уровня, т.е. элемент модели с конкретным LOD подпадает под все требования предыдущих уровней детализации. Например, для элементов, переходящих на уровень LOD 300 должны выполняться все требования LOD 100 и 200.

В 2011 году общественная организация BIMForum инициировала разработку спецификации «Level of Development Specification», которая была опубликована в 2013 году. За основу была взята концепция Американского Института Архитектуры (AIA). В спецификацию был добавлен еще один промежуточный уровень детализации LOD 350. Это было связано с тем, что информационные модели, элементы которых имеют уровень детализации не менее LOD 300, используются в подрядных торгах на строительство для того, чтобы подрядная организация использовала эту модель для выпуска рабочей документации и далее на стадии строительства для формирования 4D моделей (в западных странах рабочую документацию выполняет подрядная строительная организация). Но до стадии строительства LOD 400 еще не существует, а в LOD 300 не хватает информации по связям между элементами модели для осуществления полноценной координации. Так, например, в LOD 300 не хватает данных по способу анкеровки опоры металлической колонны в бетонное основание.

Таким образом, специально для удобства работы строительных подрядных организаций был введен дополнительный LOD 350 [5].

Спецификация «Level of Development Specification» определяет LOD как степень, в которой была продумана геометрия и атрибутивная информация

элемента модели, степень, в которой участники проекта могут полагаться на информацию, при использовании модели [15].

В Великобритании подходы к определению уровней детализации во многом схожи с американской концепцией LOD. Уровни детализации, также как и в спецификации AIA, увязаны с основными направлениями использования информационных моделей. То есть каждый LOD должен содержать ту надежную информацию, на которую может положиться каждый участник проекта для выполнения своих проектных задач, соответствующих данному уровню детализации.

В документах Publicly Available Specifications 1192-2:2013 «Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling» и CIC BIM Protocol (типовая форма приложения к договору на BIM проект) введен обобщающий термин «Levels of model definition», включающий два понятия: «Level of Model Detail» (LOD) и «Level of Model Information» (LOI). Соответственно, «Level of Model Detail» описывает графический контент элемента модели, а «Level of Model Information» определяет неграфический (атрибутивный) уровень детализации элемента модели [70].

В PAS 1192-2:2013 (Приложение B) определено 7 уровней LOD:

- идея;
- концепция;
- разработка дизайна;
- производство;
- монтаж;
- строительство;
- эксплуатация.

Определение минимально достаточного объема графической и, самое главное, атрибутивной информации, безусловно, является одной из основных задач планирования процесса информационного моделирования. Универсальных решений нет и быть не может, т.к. специфика проектов и поставленные цели

могут варьироваться в очень широком диапазоне. По этой причине концепция LOD является одной из самых обсуждаемых и острых тем для дискуссий в мире BIM. Тем не менее, для того, чтобы помочь заказчикам и проектным группам правильно назначить уровни детализации, различными организациями выпускаются руководства по BIM и каталоги LOD.

Кроме того, для удобства пользователей многие производители программного обеспечения в своих продуктах реализовали возможность автоматического изменения графической «проработанности» элементов модели в зависимости от масштаба листа, на который будет печататься будущий чертеж. Но состав необходимой атрибутивной информации этого элемента (или сборки) целиком лежит на команде проекта.

Кроме того, при определении минимального объема графической и атрибутивной информации надо никогда не забывать, что невозможно смоделировать всё и конечный результат BIM проекта это информационные модели и комплект ПСД. Поэтому в документах содержится много информации о проекте. При необходимости, эта документация может быть «привязана» к элементам моделей в виде ссылок. Этот факт надо обязательно учитывать при определении уровней детализации.

Концепция LOD играет одну из основных ролей при подготовке и выполнении BIM проекта, а именно:

- 1) уровни детализации (lod) должны быть предварительно определены при создании документа «информационные требования заказчика» (приложение к тз на проектирование с применением технологий bim), на основе основных целей использования информационных моделей. цель состоит в том, чтобы внести однозначность в понимание уровней детализации службами заказчика и проектной командой.

- 2) уровни детализации (lod) должны быть тщательно продуманы и задокументированы в форме «спецификации элементов модели» при разработке документа «план выполнения bim проекта». цель состоит в том, чтобы указать

требования к проекту для членов проектной команды, а также планировать и управлять рабочими *bim* процессами.

3) уровни детализации (*lod*) обязательно должны быть «привязаны» к классификатору (системе кодирования).

4) уровни детализации (*lod*) должны содержать минимальный, но достаточный для выполнения основных проектных задач, объем информации. Предоставление излишней информации в элементах моделей расточительно и может серьезно затруднить работу с моделями и увеличить сроки проектирования.

Вывод по второму разделу

Предлагаемая модель для решения задач календарного планирования СМР не претерпевает качественных изменений, т. е. не переходит из одного вида организационно-технологических моделей в другой в процессе взаимоувязки их в общий календарный план. Количественная оценка зависимостей «не ранее по началу» и «не ранее по окончанию» и продолжительности временной области, образующих «каркас» базисной модели, остаются детерминированными на всем протяжении решения задач и при различных перерасчетах календарных планов. Такая устойчивость модели позволяет включить ее в состав нормативной базы АСУ.

ВМ не просто рисует вещи в трех измерениях. Хотя 3D-модели являются, пожалуй, наиболее очевидным визуальным проявлением изменившихся способов работы, они являются лишь частью гораздо более широкого процесса.

ВМ – это не просто создание визуального представления физического объекта, а совместная работа по созданию цифровых наборов данных. Эти данные (как графическая, так и неграфическая информация) хранятся в общем цифровом пространстве, известном как Общая среда данных (CDE), где они могут использоваться для создания федеративных моделей. Таким образом, ВМ на самом деле является целенаправленным управлением информацией в течение всего срока службы актива.

3 ВЗАИМОУВЯЗКА ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ (ВІМ) И МОДЕЛИ ОБЪЕКТНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ

3.1 Документальное сопровождение реализации функций контроля и учета при строительстве объектов с помощью технологических зависимостей

В процессе строительства возникают различные коллизии – ошибки проектирования, изменяется текущая стоимость материалов и другие причины, требующие пересмотра стоимостных и временных показателей договора Подряда. Для этого необходима процедура периодического выпуска очередной «Проектной ВІМ Модели» предусматривающая реальный проект на текущий период. Для постоянного обновления текущей модели необходим контроль и учет всех стадий строительства объекта. Эти функции реализуются через документальное оформление всех изменений, которые в дальнейшем являются связующим звеном между разного рода специалистами.

Проверки и их результаты фиксируются путем составления акта. Акты, составленные по результатам совместных контрольных мероприятий, составляются в двух экземплярах и подписываются представителями обеих сторон.

При неявке заказчика на совместные контрольные действия, о которых он был уведомлен, подрядчик в течение трех дней после завершения соответствующей проверки обязан направить заказчику копию акта, составленного по ее результатам.

Одним из наиболее результативных способов снижения издержек в производстве является построение и оптимизация плана производства строительной продукции. Это позволяет предприятию снизить уровень простоя рабочих и механизмов, сократить сроки выполнения отдельных элементов здания, в потоке создания ценностей предусмотренных принципами «бережливого строительного производства», избежать срывов плана сдачи отдельных элементов

здания Заказчику по причине перегрузки производственных ресурсов, оптимизировать движения материалов и складские остатки, сделать процесс производства прозрачным и управляемым. Особенно это актуально при использовании «Информационного Моделирования Строительства» [16, с. 96].

Подсистема управления строительным производством предназначена для планирования производственных процессов и материальных потоков, создания ценностей в строительном производстве, отражения процессов производственной деятельности строительного предприятия и построения «нормативной системы управления строительным производством» в сопоставлении с фактическим затратами.

Так же подсистема предназначена для среднесрочного и долгосрочного планирования производства и потребности в ресурсах, а также для проведения плано-фактного анализа исполнения планов строительного производства. При планировании производства обеспечивается возможность учета многих параметров, контроля исполнимости и отслеживания выполнения плана на различных этапах в нескольких разрезах одновременно:

- по подразделениям и менеджерам;
- по проектам и подпроектам;
- по ключевым ресурсам;
- по номенклатурным группам и отдельным номенклатурным единицам;
- планирование потребности в ресурсах;
- возможно формирование таблиц потребления и доступности основных (ключевых) видов ресурсов;
- при производстве номенклатурных групп и отдельных видов номенклатуры;
- осуществляется контроль укрупненного плана производства на соответствие ограничивающим факторам, например, сводной доступности основных (ключевых) видов ресурсов;
- ведется учет доступности ключевых ресурсов.

Для решения задачи по учету и контролю сроков строительства необходима следующая информация:

1) входная оперативная.

«№» (графа 1) – номер позиции по порядку.

«Код работы» (графа 2) – информация о коде рассматриваемой работы.

«Наименование работы» (графа 3) – информация о наименовании рассматриваемой работы.

«Единица измерения» (графа 4) – единица измерения рассматриваемой работы.

«Планируемый объем выполнения» (графа 5) – объем выполнения заданной работы в натуральном измерении согласно плановому заданию на период.

«Фактически выполненный объем» (графа 6) – объем выполненный работы в натуральном измерении, согласно акту по форме КС-2.

«Время выполнения работы» (графа 7) – время в рабочих днях, в течение которого выполнялась рассматриваемая работа.

2) информация, полученная из других задач.

«Код объекта» – код объекта, который используется в дальнейшем для решения задачи.

«Наименование объекта» – информация о названии объекта.

«Код работы» – информация о коде рассматриваемой работы.

«Наименование работы» – информация о наименовании рассматриваемой работы.

«Объем работы» – общий объем выполняемой работы.

«Единица измерения» – указывается единица измерения рассматриваемой работы.

«Начало временной области» – срок начала выполнения рассматриваемой работы, указывается в днях.

«Окончание временной области» – срок окончания выполнения рассматриваемой работы, указывается в днях.

«Продолжительность временной области» – продолжительность выполнения рассматриваемой работы, указывается в днях. Является промежутком времени между «Началом временной области» и «Окончанием временной области».

«Коэффициент критичности» – коэффициент, характеризующий отношение между максимально возможной интенсивностью и расчетной.

Таблица 4 – Форма для заполнения сведений о плановых и фактических объемах работ

№	Код работы	Наименование работы	Единица измерения	Планируемый объем выполнения работы	Фактически выполненный объем работы	Время выполнения работы
1	2	3	4	5	6	7

«Остаточный объем работы» (графа 6) – считается по формуле (1);

«Остаточная временная область» (графа 7) – считается по формуле (2);

«Коэффициент критичности на начало отчетного периода» (графа 8) – назначается по формуле (3);

«Изменение коэффициента критичности» (графа 10) – считается по формуле (4)

Таблица 5 – Форма для заполнения сведений о критичности

№	Код работы	Наименование работы	Единица измерения	Общий объем работы	Остаточный объем работы	Остаточная временная область	Коэффициент критичности на начало отчетного периода	Коэффициент критичности на конец отчетного периода	Изменение
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Расчет процента выполнения планового задания

«Остаточный объем работы» (графа 6) – считается по формуле:

$$V_{\text{ост}} = V - V_{\text{выполн.}}, \quad (15)$$

где V – общий объем работы;

$V_{\text{выполн.}}$ – объем работы, выполненный в предыдущих плановых периодах.

«Запланированный объем» (графа 7) – заполняется на основании графы 5 входной оперативной информации.

«Фактический объем» (графа 8) – заполняется на основании графы 6 входной

оперативной информации.

Таблица 6 – Форма для заполнения данных при контроле

№	Код работы	Наименование работы	Единица измерения	Общий объем работы	Остаточный объем работы	Запланированный объем	Фактически выполненный объем	Процент выполнения планового задания	Отклонение от плана
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Все описанные выше графы для сбора информации по учету и контролю строительства собраны в таблицах и представлены на примере устройства тротуарной плитки и установке свай в приложения 3, И, К, Л соответственно.

Для построения МОТЗ были взяты следующие исходные данные:

- 1) два акта выполненных работ по установке свай;
- 2) два акта выполненных работ по устройству тротуарной плитки;
- 3) таблица учета выполненных работ по установке свай;
- 4) таблица контроля выполненных работ по установке свай;
- 5) таблица учета выполненных работ по устройству тротуарной плитки;
- 6) таблица контроля выполненных работ по устройству тротуарной плитки.

Для построения МОТЗ были рассмотрены акты выполненных работ за два месяца по разным видам строительных работ. Первый вариант по установке свай, а второй по устройству тротуарной плитки.

В первом случае выполняется общестроительная работы по установке свай. Она продолжается с 24.04.2019 по 08.05.2019. В апреле выполненный объем составляет 30 м³, а оставшуюся часть, в размере 25,1 м³, выполняют в следующем месяце. Таким образом, работа имеет два акта выполненных работ за разный период времени и с разным объемом работ. Для построения МОТЗ необходимо воспользоваться данными таблицы, которые выгружаются из BIM модели и рассчитываются на основании формул, описанных в пункте 1.2. Для функции учета необходимо и достаточно снять и зафиксировать данные.

Фрагмент данных, необходимый для выполнения этой функции представлен в таблице ниже.

Полная таблица по учету выполненных работ по установке свай представлена в приложении К.

Таблица 7 – Фрагмент таблицы учет выполненных работ по установке свай

Наименование работы	Общий объем работы	Остаточный объем работы	Коэффициент критичности на начало отчетного периода	Коэффициент критичности на конец отчетного периода
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	55,1	30	6,3	6,7

Для реализации функции контроля необходимо информацию, представленную в таблице 8, использовать для подсчета выполнения плановых заданий и для дальнейших управленческих решений на предприятии.

Таблица 8 – Фрагмент таблицы контроль выполненных работ по установке свай

Наименование работы	Общий объем работы	Остаточный объем работы	Фактически выполненный объем	Процент выполнения планового задания
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	55,1	30	25,1	45,5

Полная таблица по контролю выполненных работ по установке свай представлена в приложении Л.

Во втором случае работа по устройству тротуарной плитки начинается 17 апреля 2019 года и заканчивается 8 мая 2019 года. В устройстве плитки присутствует не одна работа, которая разбита на несколько составных работ, необходимых для ее выполнения, как это было в случае со сваями. Здесь имеет место быть несколько различных работ, которые могут выполняться последовательно друг за другом с установленным процентом минимального необходимого объема.

В апреле бригада успела выполнить только часть работ и закончила месяц на этапе монтажа опалубки. То есть в конце апреля было выполнено 5,61 из 13,36 всего объема работ. Оставшуюся часть, которую необходимо завершить в срок не позднее 160 дней для всех работ, команда выполнила в мае. Таким образом, план работ был выполнен в установленный срок без простоев и отставаний во время строительства. Полная таблица по учету выполненных работ по устройству тротуарной плитки представлена в приложении 3.

Фрагмент данных, необходимый для выполнения функции учета представлен в таблице ниже.

Таблица 9 – Фрагмент таблицы учет выполненных работ по устройству тротуарной плитки

Наименование работы	Общий объем работы	Остаточный объем работы	Коэффициент критичности на начало отчетного периода	Коэффициент критичности на конец отчетного периода
1 Разработка грунта	0,08	0	81,2	81,2
2 Разработка водоотводных канав	0,02	0	82,1	82,1
3 Устройство слоев оснований	0,5	0	93,9	93,9
4 Устройство оснований под тротуары	2,5	0	92,8	92,8
5 Монтаж опалубки	2,5	0	85,4	85,4
6 Устройство бетонных плитных тротуаров	2,5	2,5	105,6	105,6
7 Демонтаж опалубки	2,5	2,5	104,7	104,7
8 Устройство выравнивающих стяжек	2,5	2,5	128,0	128,0
9 Устройство мостовых брусчаток	0,25	0,25	132,5	132,5

Для реализации функции контроля необходимо информацию, представленную в таблице 10, использовать для подсчета выполнения плановых заданий и для дальнейших управленческих решений на предприятии.

Таблица 10 – Фрагмент таблицы контроль выполненных работ по устройству

тротуарной плитки

Наименование работы	Общий объем работы	Остаточный объем работы	Фактически выполненный объем	Процент выполнения планового задания
1 Разработка грунта	0,08	0	0,08	100
2 Разработка водоотводных канав	0,025	0	0,025	100
3 Устройство слоев оснований	0,5	0	0,5	100
4 Устройство оснований под тротуары	2,5	0	2,5	100
5 Монтаж опалубки	2,5	0	2,5	100
6 Устройство бетонных плитных тротуаров	2,5	2,5	0	0
7 Демонтаж опалубки	2,5	2,5	0	0
8 Устройство выравнивающих стяжек	2,5	2,5	0	0
9 Устройство мостовых брусчаток	0,25	0,25	0	0

Таблицы, представленные выше, заполняются на основании актов выполненных работ и непосредственно связаны с ними в системе BIM-технологий. Таким образом, модель объектных технологических зависимостей напрямую должна состоять их данных, полученных с помощью BIM-модели.

Акты выполненных работ, которые были использованы при составлении таблиц 8, 9,10,11, представлены в приложении к выпускной квалификационной работе (Приложение Г, Д, Е, Ж)

По выгруженным из BIM-модели актам выполненных работ была построена модель объектных технологических зависимостей по установке свай на основании данных, представленных в таблице 8, 9. Модель имеет два варианта построения. Первый вариант представляет собой построение модели на примере установки одной сваи, где подробно рассмотрен состав работ.

Ниже представлен фрагмент таблицы расчетов по сваям, где:

1. T_3 – нормативная трудоемкость выполнения единицы объема;
2. V_j – общий объем работы;

3. T_n – возможное начало работы;
4. V_{min} – минимальный объем работы, обеспечивающий возможное планирование единицы объема последующего процесса;
5. $T_{min}(с R_{max})$ – минимальная продолжительность выполнения работы на объекте при максимальном насыщении работы трудовыми ресурсами;
6. $T_{техн}$ – время необходимое для выполнения технических, технологических и других требований и ограничений, обусловленных технологией, техникой безопасности и прочим;
7. R_{min} – необходимое количество трудовых ресурсов для выполнения минимального объема;
8. R_{max} – максимальное количество трудовых ресурсов, соответствующее максимальному насыщению фронта работ;
9. $T_{o(кр)}$ – критическая точка, которая указывает на невозможность сдвига начала далее этой точки;
10. $T_{min}(с R_{min})$ – минимальная продолжительность выполнения работы на объекте при необходимом(минимальном) насыщении работы трудовыми ресурсами;
11. $T_{ок}$ – возможное окончание работы.

Таблица 11 – Фрагмент таблицы расчетов для построения МОТЗ по установке свай в единичных работах

Наименование	T_3	V_j	t_n	V_{mi} n	$t_{min}(с$ $R_{max})$	R_{mi} n	R_{ma} x	$t_{кр}$	$t_{min}(с$ $R_{min})$	$t_{ок}$
Установка копра	0,7	1,5	0,05	0,16	0,24	2	4	0,48	0,05	1,00
Погружение основной сваи	1,9	1,5	0,21	0,45	0,38	4	7	0,23	0,21	1,21
Стыковка доборной сваи с основной	0,3	1,5	0,01	0,08	0,08	4	6	1,05	0,01	1,21

Окончание таблицы 11

Наименование	TЗ	Vj	тн	Vmi n	tmin(c Rmax)	Rmi n	Rma x	tkp	tmin(c Rmin)	ток
Устройство стыкового соединения и гидроизоляции его	1	1,5	0,06	0,23	0,23	4	6	0,75	0,06	1,27
Погружение составной сваи с выравниванием при погружении	1,9	1,5	0,22	0,46	0,46	4	6	0,35	0,22	1,49
Установка, закрепление и снятие хомутов и наголовников	0,3	1,5	0,01	0,07	0,11	2	4	1,28	0,01	1,50

Полная таблица содержится в приложении М к выпускной квалификационной работе.

По данным их таблицы была построена модель объектных технологических зависимостей, представленная на рисунке ниже.

Первый вариант модели объектных технологических зависимостей представлен через единичные работы, что способствует детальному разбору специфики предприятия. Данные работы перечислены в сборнике ГЭСН.

Во втором варианте рассматривается уже более укрупненная работа. Если мы переходим к рассмотрению многих свай, то модель превращается в рисунок 4, представленный ниже. В ней мы не можем переходить к единичным работам, как было сделано в первом варианте и должны находиться в укрупненных работах, так как задача усложнится в десятки раз, если делать единичные работы.

Ниже представлена расчетная таблица 12, в которой рассмотрены 38 свай в укрупненном виде.

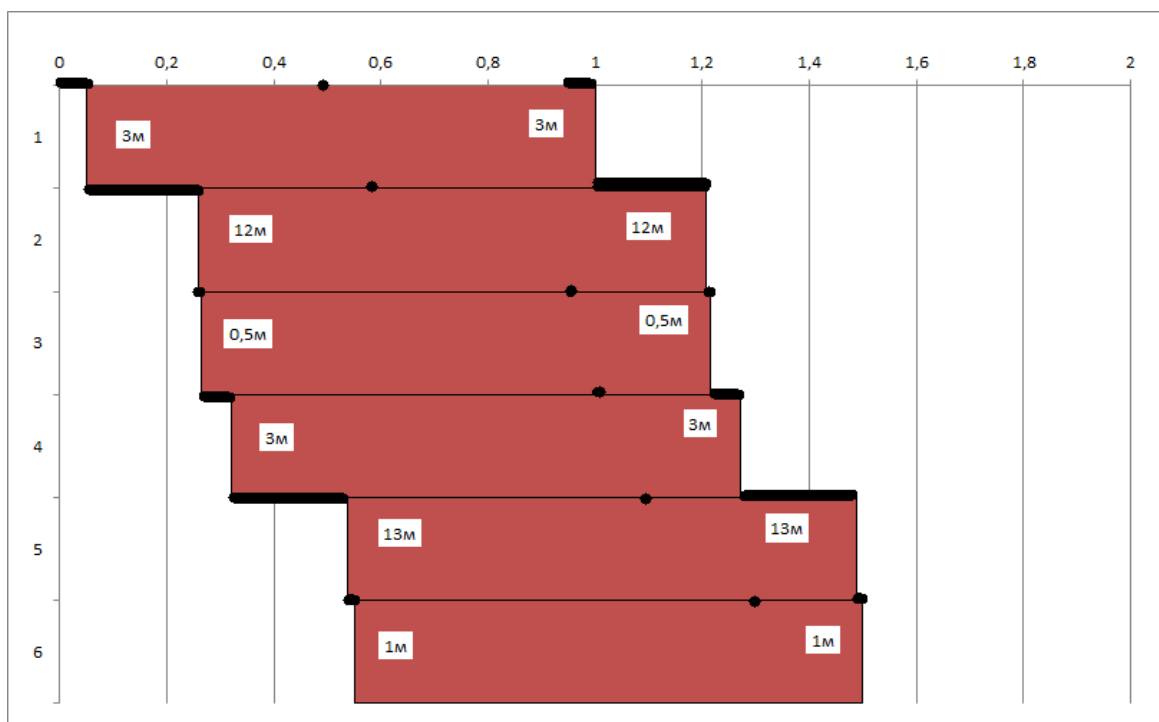


Рисунок 6 – Модель объектных технологических зависимостей по установке свай в единичных работах

Таблица 12 – Фрагмент таблицы расчетов для построения МОТЗ по установке свай в укрупненных работах

Наименование	TЗ	Vj	tн	Vmin	tmin(c Rmax)	Rmin	Rmax	tкр	tmin(c Rmin)	ток
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	1,09	4,00	8,00	3,32	2,17	7,66
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	1,09	4,00	8,00	5,49	2,17	9,83
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	1,09	4,00	8,00	7,66	2,17	12,00
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	1,09	4,00	8,00	9,83	2,17	14,17

Окончание таблицы 12

Наименование	T3	Vj	tn	Vmin	tmin(c) Rmax)	Rmin	Rmax	tkp	tmin(c) Rmin)	ток
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	1,09	4,00	8,00	12,0	2,17	16,34
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	1,09	4,00	8,00	81,4	2,17	85,83
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	1,09	4,00	8,00	83,6	2,17	88,00

Полная таблица содержится в приложении Н к магистерской работе.

Такой вариант модели объектных технологических зависимостей не совсем рационален, так как график, представленный на Рисунке 4 ниже не удобен для просмотра контролирующим органом, по нему сложно делать правильные управленческие решения и очень трудоёмко делать для него расчет.

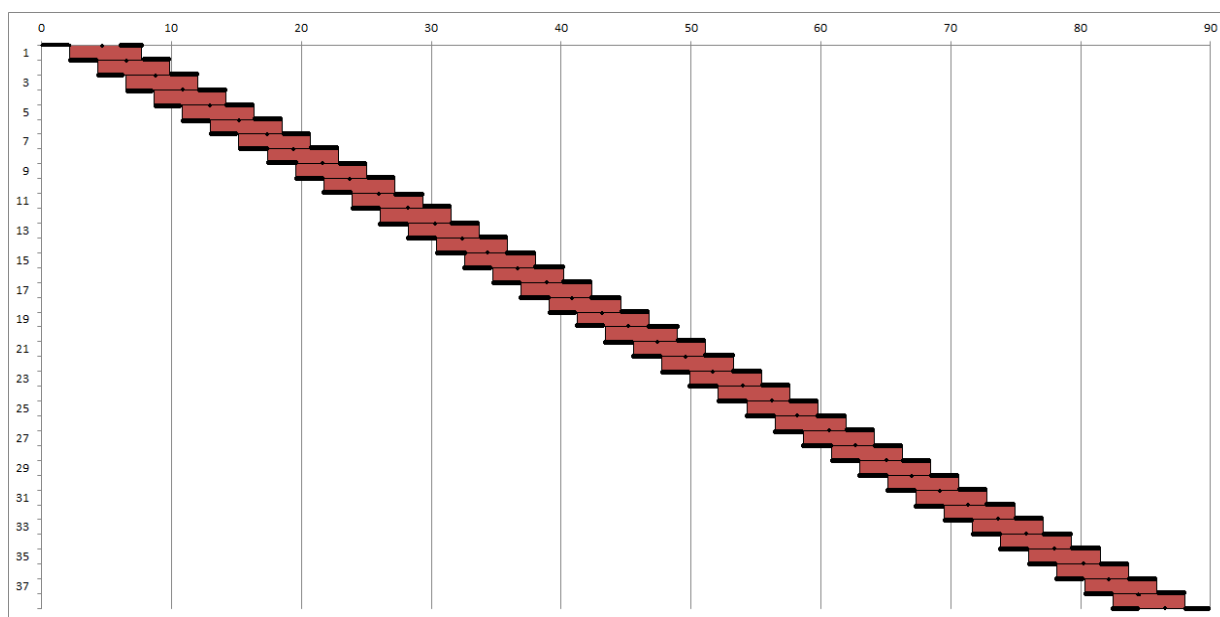


Рисунок 7 – Модель объектных технологических зависимостей по установке свай в укрупненных работах

По двум моделям, представленным выше, был сделан вывод, что для оптимального построения графика и выполнения всех поставленных задач перед подрядчиком, необходимо иметь классификатор с детальным описанием состава работ. Сметные нормы позволяют двояко толковать одну и ту же работу, а подобный справочник должен искоренить эту проблему.

Так же обновленный справочник работ должен иметь свойство создавать укрупненные виды работ. Это необходимо, чтобы избежать сложности с чтением графика. По рисункам, представленным выше, видно, что при построении графика с достаточно детальным описанием работ и без их укрупнения, создаётся максимально неудобная модель, которую, во-первых, долго и сложно подсчитывать, и строить, а во-вторых сложно читать специалисту для корректировки сроков работ определения дальнейшего плана.

Так же был рассмотрен вариант работы по устройству тротуарной плитки. Работа рассмотрена в укрупненном варианте.

Фрагмент таблицы с данными для построения МОТЗ представлена ниже. Полная таблица находится в приложении О.

Таблица 13 – Фрагмент таблицы для построения МОТЗ по устройству тротуарной плитки

Наименование	TЗ	Vj	tn	Vmin	tmin(c Rmax)	tтехн	Rmin	Rmax	to(кр)	tmin(c Rmin)	ток
Разработка грунта	43,6	0,09	0,48	0,02	0,9		2,00	4,0	0,9	0,4	82,1
Разработка водоотводных канав	1 937,5	0,03	12,11	0,01	12,1		2,00	4,0	12,1	12,1	94,29
Устройство слоев оснований	15,7	0,50	0,52	0,10	0,8	2,00	3,00	9,0	2,8	2,5	96,81
Устройство оснований под тротуары	26,2	2,50	3,28	0,50	7,2		4,00	9,0	7,2	3,2	100,0

Окончание таблицы 13

Наименование	TЗ	Vj	тн	Vmin	tmin(c) Rmax)	tтехн	Rmin	Rmax	to(кр)	tmin(c) Rmin)	ток
Монтаж опалубки	95,9	2,50	11,99	0,63	26,6		5,00	9,0	26,6	11,9	112,0
Устройство бетонных плитных тротуаров	42,4	2,50	5,30	0,50	11,7	2,00	4,00	9,0	13,7	7,3	119,3
Демонтаж опалубки	95,9	2,50	11,99	0,63	26,6		5,00	9,0	26,6	11,9	131,3
Устройство выравнивающих стяжек	27,2	2,50	4,25	0,63	7,5	12,0	4,00	9,0	19,5	16,2	147,6
Устройство мостовых брусчаток	990,0	0,25	12,38	0,05	27,5		4,00	9,0	27,5	12,3	160,0

Ниже представлена сама модель объектных технологических зависимостей, построенная на основании таблицы 13. В модели нет критичности, потому срок, данный заказчиком, гораздо больше, чем реальное количество времени, необходимое на устройство тротуарной плитки.

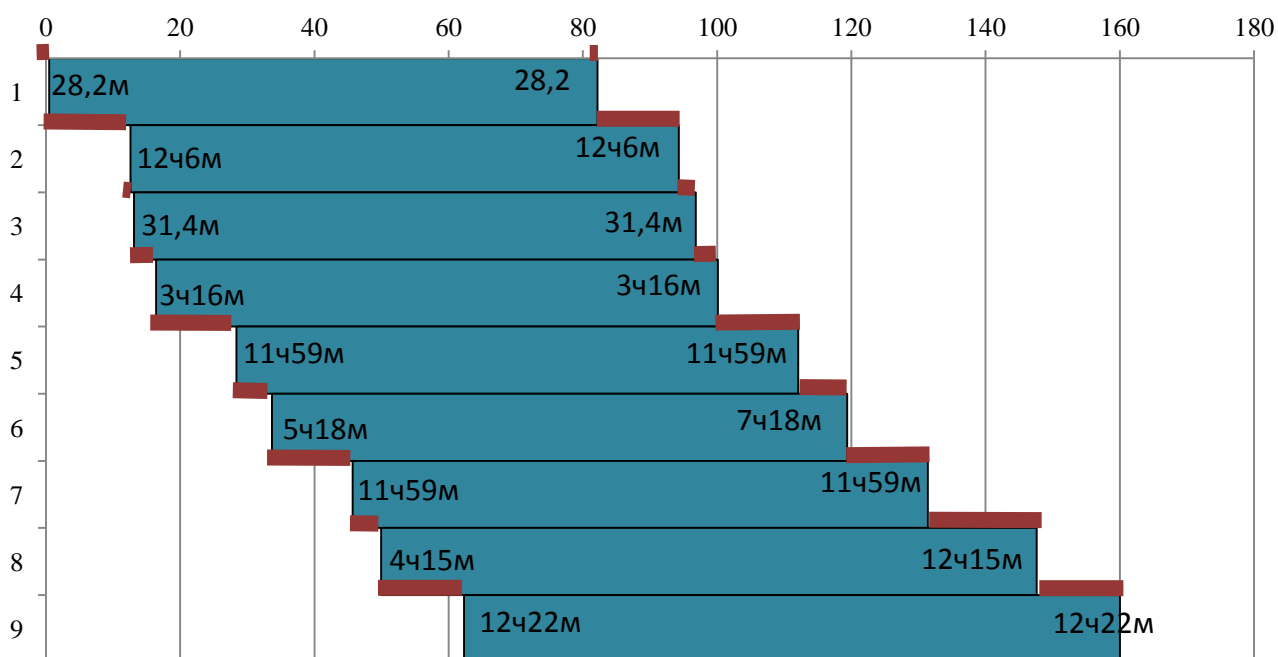


Рисунок 8 – Модель объектных технологических зависимостей по устройству тротуарной плитки

Построенная модель не является календарным графиком производства работ, но на ней наглядно видно наличие временной области у каждой работы и точки критичности. Эти параметры дают возможность варьировать календарным планом «внутри» временной области. Продолжительность работы не конкретизируется и это позволяет иметь некоторое множество расписаний и распределений трудовых ресурсов и объемов выполняемых работ во времени.

3.2 Оценка взаимосвязи технологии информационного моделирования и модели объектных технологических зависимостей

Существует небольшое количество программ для осуществления планирования, контроля и учета на предприятии в режиме онлайн. Такими программами является «Стройформ», Latista и Autodesk BIM 360 Layout.

Вторая программа, LATISTA, позволяет автоматизировать процедуры строительного контроля и обеспечения качества (QC/QA) любого проекта и продвигать стандарты в масштабе всей компании. В поставку включено более 100 предварительно созданных контрольных списков. Так же есть возможность создавать свои собственные формы. Есть возможность задавать рабочие процессы проверок и инспекций, автоматически управлять взаимодействием между субподрядчиками, подрядчиками и заказчиками. Управлять ситуацией в зоне или по единице оборудования в дополнение к отслеживанию инспекции и статуса проблемы. Автоматически уведомить ответственные стороны по вопросам, требующим вмешательства и быстро узнавать о задачах, исполнение которых просрочено.

Ниже представлен список возможностей, которые обещает создатель данного приложения:

- управление полным жизненным циклом качества;
- полностью цифровые инспекции;
- отслеживание прогресса на вашей личной панели;
- конфигурирование процесса проведения инспекций;

- управление и контроль доступа к документации;

Основные особенности локализованного метода:

- интерактивная связь между чертежом и ведомостью работ;
- возможность подсчета не проработанных детально либо отсутствующих на чертеже позиций;
- достоверные графические объемы для любых сметных классификаторов;
- анализ и оценки для поддержки принятия решений пользователя, связанных со стоимостью;
- инструмент для ранней оценки затрат (ТЭО);
- переход от конструктивных объемов к сметным по техническим частям;
- обновляемый расчет объемов ведомости работ при изменениях чертежа;
- описание строительства (состав работ);
- протокол передачи объемов в смету с автоматическим контролем ошибок;
- ранжирование расценок по вкладу в общую стоимость проекта;
- расчет объемов по специальным формулам, в т.ч. контрольным;
- интерфейсы АРПС, ИБД.

По данным ВЭФ и VCG, наибольшее влияние на отрасль оказывают информационное моделирование зданий, беспроводные датчики и 3D-печать. Однако трансформировать строительство нужно и другими методами, в том числе гибким планированием, заимствованием опыта из других областей и новыми нормами регулирования. В каждой стране должен работать инкубатор или отдел долгосрочного стратегического планирования, который сможет составить план развития индустрии.

Строительство без функций планирования, контроля и учета не может существовать так же, как не может существовать без заказчика и других важных составляющих данного процесса. Именно поэтому в магистерской работе рассматривается процесс реализации функций планирования, контроля и учета.

На рисунке 9 представлены два подхода к этапу строительства объектов. Первый подход – это уже существующий и применяемый большинством

строительных компаний до сих пор. Второй – это предлагаемый подход, практики которого ещё не существует нигде.

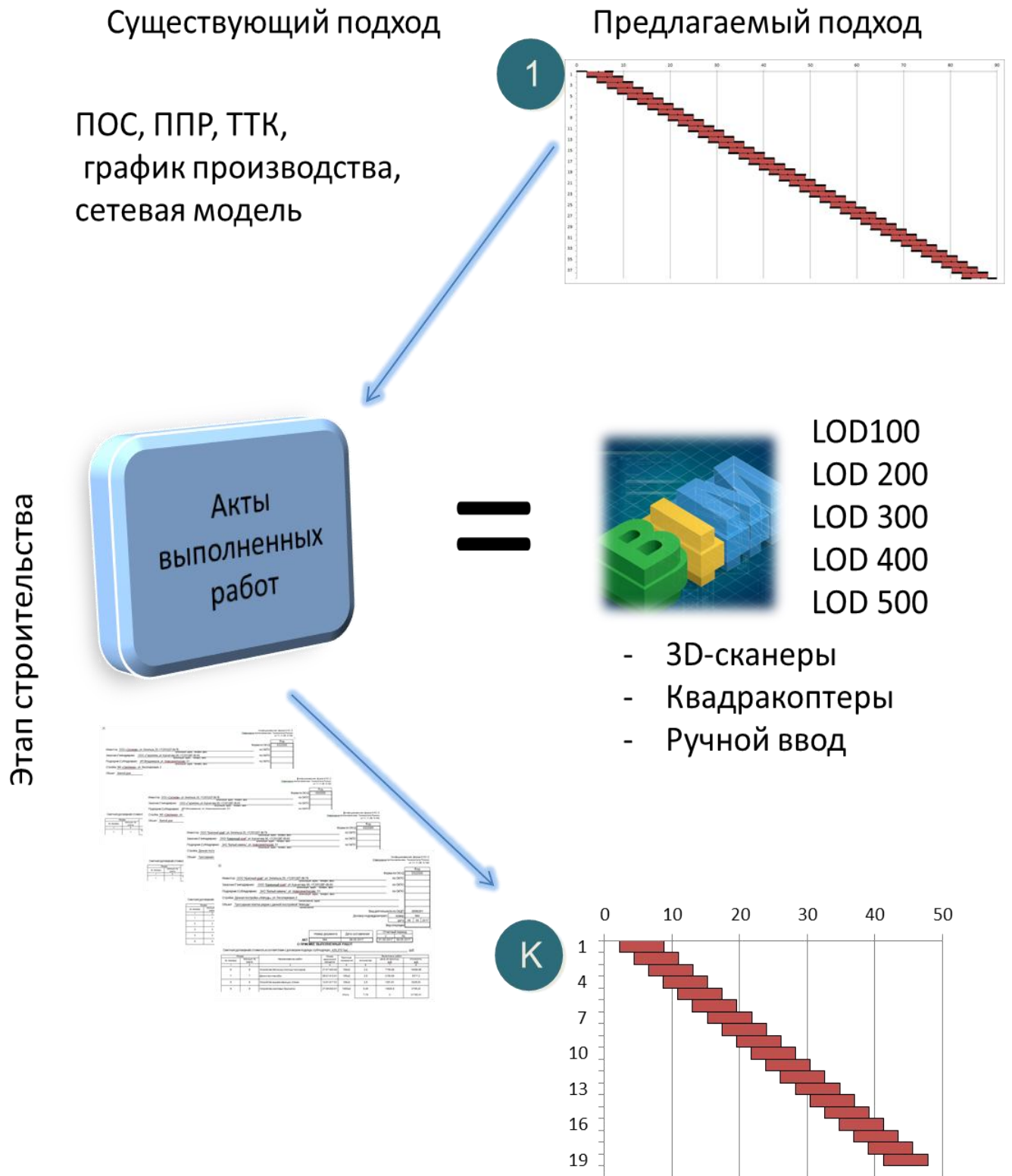


Рисунок 9 – Подходы к строительному этапу

В первом варианте на начальном этапе строительства собирается вся необходимая документация, составляется ПОС, разрабатывается ППС, график производства, сетевая модель и прочие документы, необходимые для этапа строительства.

Представители экспертной службы на первых этапах реализации проекта осуществляют входной контроль сметной документации, в которой также подробно изучаются технические материалы по будущему объекту. В частности, специалисты оценивают документацию с точки зрения достаточности для реализации строительства и общей компетентности. При необходимости служба контроля принимает меры по пересмотру проектно-сметных документов, курирует ликвидацию обнаруженных дефектов, который является внутренним кодом программы который является внутренним кодом программы не допускает ухудшения технических решений и необоснованное повышение стоимости объекта.

Далее составляются акты по выполненным работам и уже на их основании принимаются дальнейшие решения по строительству объекта.

В предлагаемом подходе в первую очередь осуществляется передача информации из BIM-модели проектировщику для первоначального построения модели объектных технологических зависимостей.

Информация, содержащаяся в BIM-модели, имеет свой уникальный кодификатор, в котором основой служат «элементные коды здания».

«Код элемента здания» является необходимой мерой для каждого элемента здания как «единственный уникальный код», который присваивается при появлении элемента в модели BIM.

При проектировании каждому элементу присваивается уникальный идентификационный код, который является внутренним кодом программы Revit и попытка вывести его из программы проблематична. Внешний код «элементу здания» необходимо присвоить определенным образом.

Предлагается система «Штрих кода» и «QR-кода».

Таким образом, алгоритм передачи данных из BIM-модели для построения модели объектных технологических зависимостей выглядит так:

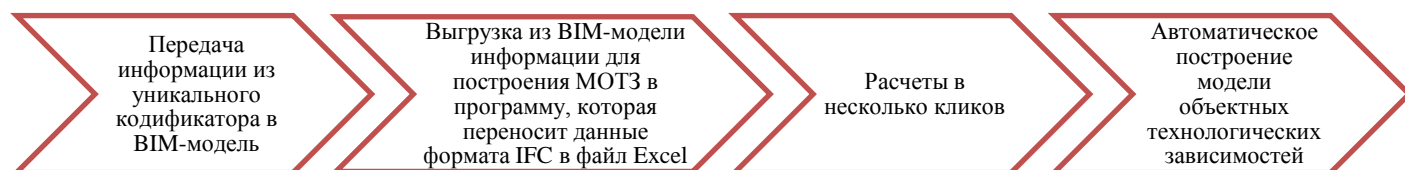


Рисунок 10 – Схема передачи информации из BIM-модели в MOT3

На первоначальном этапе получается модель, представленная на рисунке 11.

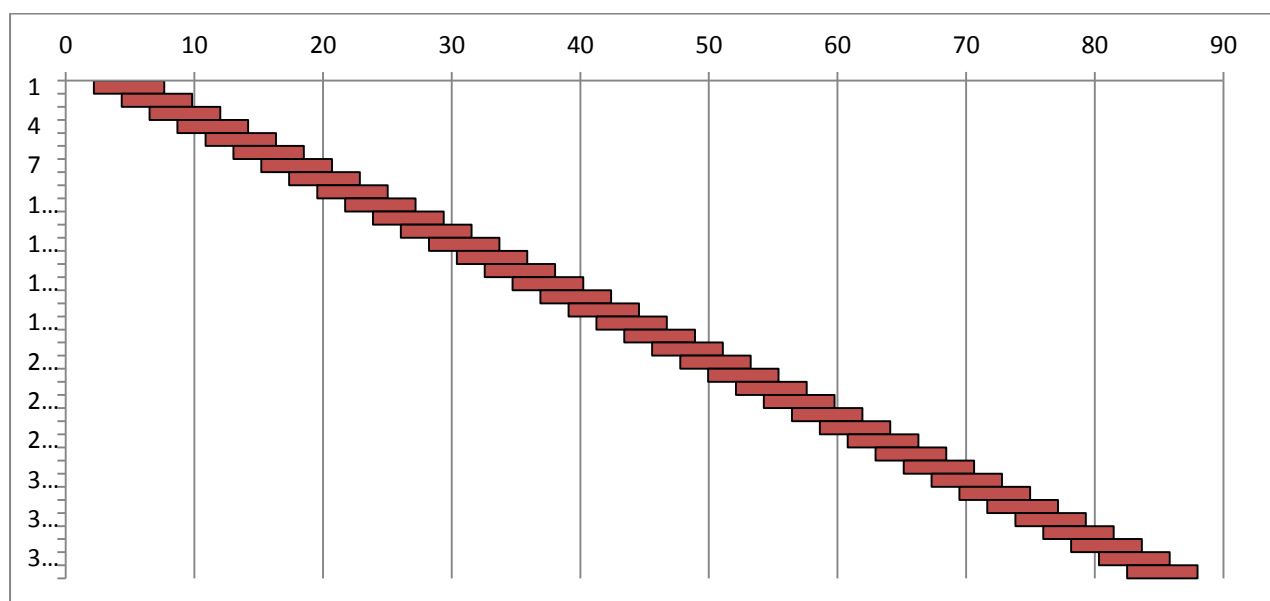


Рисунок 11 – Модель объектных технологических зависимостей по установке свай

Далее проходит процедура контроля и учета, которая выполняется, во-первых, по современным технологиям. То есть с помощью ручного ввода информации в созданную систему на основании фотографий, либо с помощью 3D-сканирования, либо квадрокоптера. Во-вторых, по системе LOD, с постепенным сбором информации и переходом на новый уровень по мере наполненности проекта. Контроль и учет может осуществляться в программах, которые были описаны в начале главы и с помощью инструментов, которые там представлены. Составляются акты выполненных работ для которых изначально созданы шаблоны в электронном облаке BIM-модели.

После обработки информации с помощью BIM-модели, мы переходим к построению новой модели объектных технологических зависимостей.

Построенная модель объектных технологических зависимостей, построенная на втором этапе, представлена на рисунке 12.

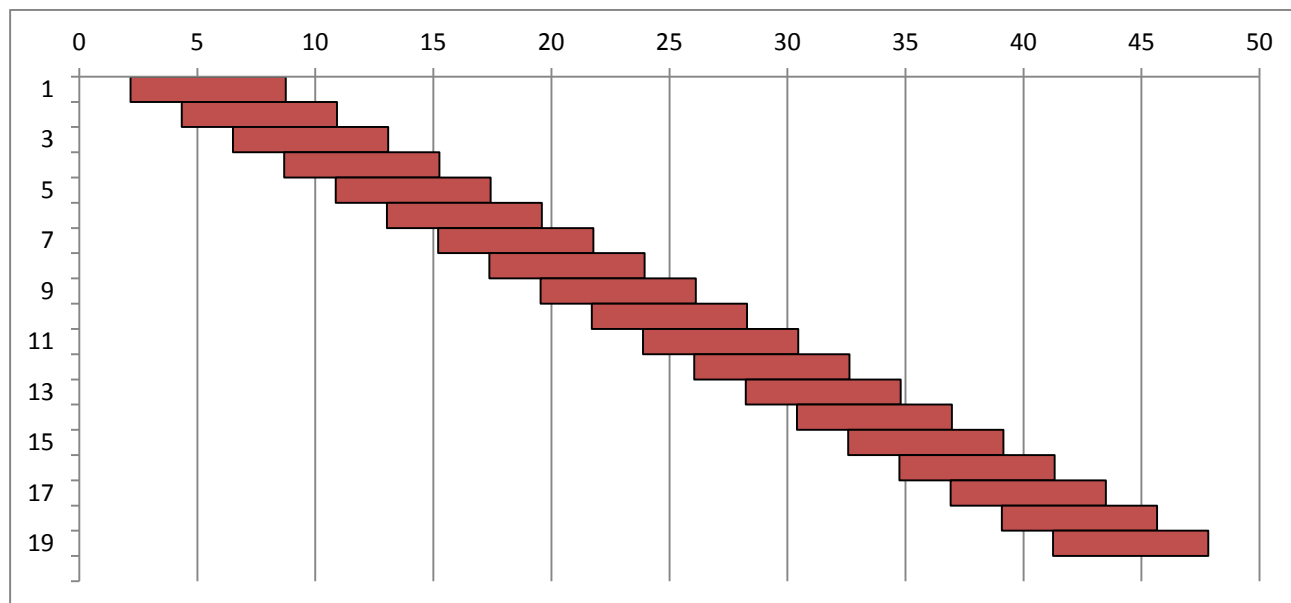


Рисунок 12 – Вторая модель объектных технологических зависимостей по установке свай

В итоге получается модель с уменьшенным необходимым для выполнения в следующем месяце объемом работ, следовательно, уменьшенным количеством времени и критичности выполнения работ.

3.3 Разработка схемы реализации функций планирования, контроля и учёта при строительстве объектов

Подготовлена схема реализации функций планирования, учёта и контроля при строительстве объектов, которая приводит к снижению ошибок, повышению производительности труда и сокращению работ. Польза от схемы достигается за счёт внедрения МОТЗ в технологию информационного моделирования (BIM).

На рисунке 13 представлена авторская схема функционирования информационной модели при различных функциях управления (планирование, контроль и учёт):

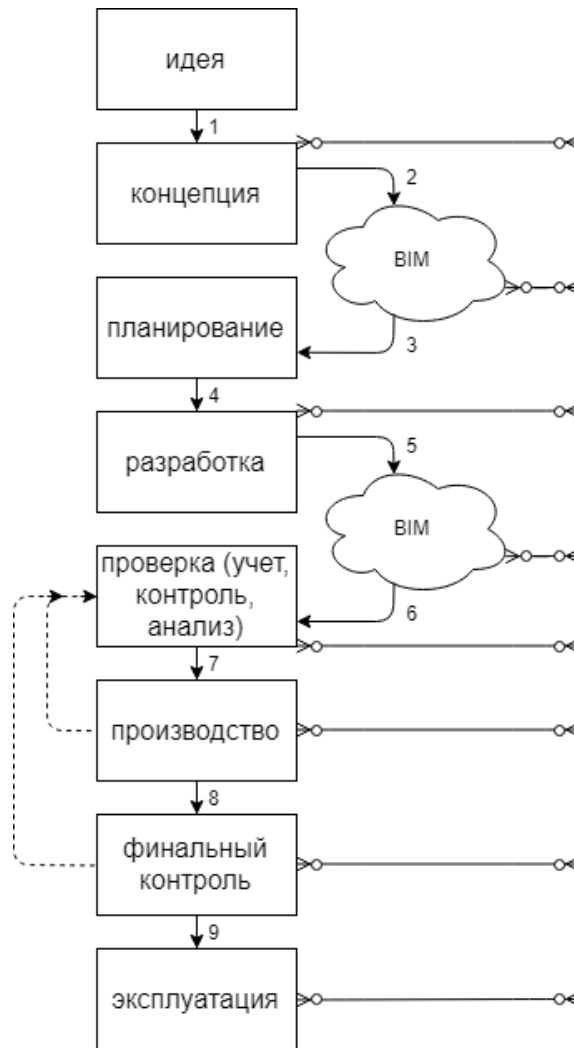


Рисунок 13 – Схема функционирования информационной модели при различных функциях управления

Где:

- 1 – Информация, которая сообщает краткие требования к производительности, контрольные показатели производительности и ограничения;
- 2, 3 – Первоначальное намерение об общих требованиях к производительности;
- 4 – Краткое, эстетическое намерение, которое уже можно использовать для анализа, разработки дизайна и раннего участия подрядчика;
- 5, 6, 7 – Исправленные точные требования планирования и регулирования, которые не могут использоваться в качестве отправной точки для реализации проекта;

8 – Данные о производительности и состоянии всей информации, необходимой для эксплуатации и обслуживания;

9 – Точные данные, как построено, для передачи обслуживания, включая информацию об эксплуатации.

Обычные стрелочки обозначают полный путь, без ошибок и коллизий. Пунктирные стрелочки обозначают не пройденный контроль, с ошибками и возвратом к предыдущим пунктам. Стрелочки с точками и обратными направлениями курсора обозначают вход/выход данных в ВМ-модель.

Разработанная схема может реализоваться при строительстве объектов, а также и в отдельных строительных организациях, применяющих или внедряющих в свою деятельность технологии информационного моделирования.

Целью строительных организаций является система связанных между собой технико-экономических показателей, которые должны определять долгосрочную или крайнюю цель деятельности организации. К примеру, получение прибыли или ввод в действие производственных мощностей и другое. Эти показатели могут распределяться по плановым периодам (день, неделя, месяц, квартал, год), в соответствии с уровнем управления. На деле это является календарным планом для достижения цели, то есть определяются доли показателей, которые необходимо достичь в каждом периоде с помощью формулы ниже:

$$P_i = \sum_{t=1}^{\tau} P_{i,t} ; \quad (16)$$

где P_i – показатель i из системы показателей цели;

$P_{i,t}$ – доля показателя в плановом периоде t ;

τ – количество плановых периодов.

В системе управления «Планирование» занимает центральное место и осуществляет набор строительно-монтажных работ, которые рекомендованы к выполнению для достижения показателей в каждом плановом периоде. Таким образом распределяются временные объемы СМР в натуральных, либо денежных единицах, определяется потребность в материальных, финансовых, технических, трудовых и других ресурсах. К тому же описываются планы, которые охватывают

всю производственную, хозяйственную и финансовую деятельность строительной организации, внешние связи с заказчиками, субподрядчиками, транспортниками и другими организациями, участвующими в осуществлении строительства или в обеспечении его различными ресурсами. Для планирования также разработан отдельный алгоритм функционирования, который будет нарисован и описан ниже.

«Разработка» – решает вопросы, связанные с разработкой и реализацией запланированных объемов СМР. На этом этапе решаются задачи по распределению ресурсов по работам и объектам производственной программы строительной организации, происходят переговоры с подрядчиками и разрабатывается дизайн проекта.

В отличие от стадии «Планирование», где решаются вопросы, «что надо сделать» для достижения целевых установок, на стадии «Разработка» уместен вопрос «как это сделать», то есть как организовать выполнение запланированных во времени и объектам строительно-монтажных работ.

Все остальные звенья системы управления необходимы для координации, регулирования и контроля деятельности производственных коллективов и их подразделений, направленных на достижение планово-экономических показателей и выполнение плана строительно-монтажных работ.

Для более детальной проработки схемы реализации функций управления при строительстве объектов с помощью технологии информационного моделирования, была рассмотрена детально функция планирования, как центральная и основная функция в управлении строительными объектами.

Алгоритм планирования работы информационной модели при различных функциях управления представлен в приложении П. Он является универсальным для любых объектов и предприятий, от малых обществ и до крупных корпораций.

Для понимания работы алгоритма, необходимо дать описание частям, из которых он состоит. Во-первых, всё начинается с идеи. Далее идея перерастает в концепцию и появляются первоначальные данные, которые необходимо занести в

ВІМ (под даними можна понимати входні дані підприємства, виробничі потужності, фінансові ресурси, уподоби в роботі і інші складові розробки бізнес-плану). При наявності вихідних компонентів ми ставимо собі перше питання «Возможна ли реализация проекта с необходимым качеством»? По мере відповіді ми просуваємося по запропонованих шляхах і в результаті приходимо до якогось-небудь логічного відповіді. Який в подальшому впливає на долю об'єкта будівництва. При позитивній відповіді ми просуваємося вниз і виконуємо перші контролюючі і враховуючі функції (визначаємо кількість співробітників, ресурсів і потужностей), далі відповідаємо на наступне поставлене питання «правильно ли выполнена предыдущая работа?». При варіанті «ні» повертаємося до попередньої задачі і прораховуємо її знову. При варіанті «так» продовжуємо рух вниз, поступово прораховуємо етапи планування. При позитивній відповіді ми просуваємося вниз і виконуємо перші контролюючі і враховуючі функції (визначаємо кількість співробітників, ресурсів і потужностей), далі відповідаємо на наступне поставлене питання «правильно ли выполнена предыдущая работа?». Від успішного планування залежить дуже багато для наступних етапів, в тому числі кількість наступних точок контролю. Чим більше прораховано етапів планування, тим більше ймовірність, що проєкт буде стійким і не буде піддаватися постійним змінам.

Алгоритм призначений зменшити кількість помилок, підвищити продуктивність праці і скоротити витрати. Користь від схеми досягається за рахунок впровадження МОТЗ в технологію інформаційного моделювання (ВІМ).

Висновок по третьому розділу

В першу чергу в главі були розглянуті документи, необхідні для функціонування підприємств, проаналізовані і виявлені проблемні точки і запропоновано новий підхід до будівництва.

Далі була оцінена взаємозв'язок моделі об'єктних технологічних залежностей з технологією інформаційного моделювання (ВІМ) і виявлені

все существенные недостатки нынешнего подхода к строительству и предложен комплекс мер для решения этих проблем.

Описанная модель организационно-технологических зависимостей, а также ее линейное изображение, не могут служить календарным графиком строительства объекта. МОТЗ определяет наиболее раннее возможное начало и окончание строительных процессов. При одной и той же оценке продолжительности строительства объекта продолжительность каждой работы носит многовариантный характер.

Далее, на основании предыдущих подглав, можно прийти к выводу, что для взаимоувязки информационной модели BIM и модели объектных технологических зависимостей необходима разработанная схема функционирования, которая приводит к снижению ошибок, повышению производительности труда и сокращению работ. Предложенная в главе схема и алгоритм прекрасно иллюстрирует функции планирования, контроля и учёта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Структура российской НСИ в части элементов, компонентов здания, как будто специально создана для информационного моделирования. Наполнение реальными данными упущена обновлением и была пущена на самотек. На сегодня такая система не устраивает строителей. Индексации сметных расценок практически заморозила технологию строительного производства на уровне прошлого столетия. Необходима новая система, где сметная расценка элементов здания ожила, и имели бы возможность предоставлять современную технологию и ее признание в процессе строительства строителями как необходимый атрибут ценообразования.

Описанная модель организационно-технологических зависимостей, а также ее линейное изображение, не могут служить календарным графиком строительства объекта. МОТЗ определяет наиболее раннее возможное начало и окончание строительных процессов. При одной и той же оценке продолжительности строительства объекта продолжительность каждой работы носит многовариантный характер.

Таким образом, можно прийти к выводу, что МОТЗ можно внедрить в BIM, но для этого необходимо сначала решить ряд проблем, которые стоят сейчас перед строительными организациями. Во-первых, необходим квалифицированный персонал, во-вторых необходимо разработать методику интеграции программного комплекса со сметной базой.

Сегодня в стране нет такой практики. Для того, чтобы исполнять эти задачи, требуется очень детальное описание состава работ. Сегодня действующий ГЭСН очень укрупненный, перечень его работ морально устарел, методики его ведения и обновления нет, и работы носят укрупненный информационный характер, то есть они не позволят создать директивный график. Для автоматизации подобных решений нужно иметь правильный справочник работ, который бы постоянно актуализировался. Это очень трудоемкая работа и создать её без поддержки государства невозможно.

Такая модель, как МОТЗ, должна была бы рождаться при выполнении сметных работ, потому что нет другого момента возникновения такой задачи. Самостоятельно застройщик, как лицо, не может сформировать такой график, проектировщики тоже не могут. То есть единственный, кто может, это сметчик во время выполнения сметных работ.

Если говорить о том, что при ВІМ сметные работы уходят, потому что осуществляется переход на ресурсный метод расчета, то как раз сметы должны трансформироваться в создание подобных зависимостей. Но нужно подходить к этому вопросу с точки зрения государственного строительства. В первую очередь должен быть этот каталог. Пока его не будет и не будет методики его ведения и методики его актуализации, создать эти зависимости не получится.

Если говорить о ресурсном методе расчета стоимости, тут компании могут между собой договориться. Когда мы говорим о трудоемкости выполнения работ и их последовательности, то сегодня единственным рупором между исполнителем и заказчиком работ является норматив(ГЭСН), который не предполагает подобного деления. Пока его не будет и не будет методики его ведения и методики его актуализации, создать эти зависимости не получится.

Сейчас ГЭСН включает в себя 5000 позиций, а на деле только на панельный жилой дом имеется 3800 наименований (номенклатур строительных материалов), то есть можно сделать вывод, что классификатор этих работ будет десятки тысяч единиц и нужны специалисты, которые будут знать, как и где применять их.

Сейчас смета позволяет двояко толковать одни и те же работы, а подобный справочник не должен позволять двояко толковать работы. То есть это должна быть единичная работа, меньше которой делить нельзя. Соответственно это очень сложная и трудоемкая работа институтского масштаба. Пока его не будет и не будет методики его ведения и методики его актуализации, создать эти зависимости не получится.

Описанная модель организационно-технологических зависимостей, а также ее линейное изображение, не могут служить календарным графиком строительства

объекта. МОТЗ определяет наиболее раннее возможное начало и окончание строительных процессов. При одной и той же оценке продолжительности строительства объекта продолжительность каждой работы носит многовариантный характер.

Далее, на основании магистерской работы, можно прийти к выводу, что для взаимоувязки информационной модели ВІМ и модели объектных технологических зависимостей необходима разработанная схема функционирования, которая приводит к снижению ошибок, повышению производительности труда и сокращению работ. Предложенная в главе схема и алгоритм прекрасно иллюстрирует функции планирования, контроля и учёта.

В результате проведенной работы рассмотрены общие положения функций планирования, контроля и учёта. Изучены информационные модели ВІМ и МОТЗ. Разработаны схема и алгоритм для реализации общих функций управления. Таким образом, цель работы достигнута, а поставленные задачи решены.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Градостроительный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Электронный фонд Техэксперт. – Заглавие с экрана. – (дата обращения: 10.05.2019).

2 Гражданский кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Электронный фонд Техэксперт. – Заглавие с экрана. – (дата обращения: 09.05.2019).

3 О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства: постановление Правительства РФ от 21.06.2010 г. № 0468 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru>. – Заглавие с экрана. – (дата обращения: 06.04.2019).

4 Айхель, К.В. Акценты организации контроллинга отдельных направлений деятельности современных предприятий в контексте управления его устойчивости / К.В. Айхель, Д.И. Трубеев // Наука ЮУрГУ материалы 69-й научной конференции. Министерство образования и науки Российской Федерации Южно-Уральский государственный университет. – 2017. – С. 250-254.

5 Айхель, К.В. Роль и место риск-менеджмента в современной концепции управления предприятием / К.В. Айхель // Сервис: экономика, техника, образование межвузовский сборник научных трудов. – Челябинск. – 2016. – С. 54-58.

6 Айхель, К.В. Формирование устойчивого развития современных предприятий посредством управления рисками в рамках бизнес-инжиниринга / К.В. Айхель // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – № 1. – С. 54.

7 Антонова, Е.А. Система показателей как инструмент обеспечения устойчивого развития предприятия / Е.А. Антонова // Вестник Национальной академии туризма. – 2014. – №3 (31). – С. 79-85.

8 Антонова, Е.А. Оценка устойчивости развития предприятия / Е.А. Антонова, Т.А. Переверзева // Вестник Национальной академии туризма. –

2014. – №3 (31). – С.75-79.

9 Антонова, Е.А. Управление устойчивым развитием сферы услуг с использованием рыночных инструментов: на примере предприятий торговли Санкт-Петербурга: автореферат дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.05 / Антонова Екатерина Александровна; [Место защиты: Балт. акад. туризма и предпринимательства]. – Санкт-Петербург, 2014. – 26 с.

10 Асаул, М.А. Обеспечение устойчивости предпринимательских структур инвестиционно-строительной сферы: автореф. дис.... д-ра экон. наук: 08.00.05 / М.А. Асаул. – СПб, 2016. – 49 с.

11 Барканов, А.С. Проблемы обеспечения устойчивого функционирования и стратегического развития предприятий строительной отрасли, 2018 / А.С. Барканов//<http://dislib.ru/ekonomika/9733-1-problemi-obespecheniya-ustoychivogo-funkcionirovaniya-strategicheskogo-razvitiya-predpriyatij-stroitelnoy-otrasli.php>

12 Бегун, Т.В. Методика оценки устойчивого развития предприятия / Т.В. Бегун // Проблемы современной экономики. – 2015. – № 4. – С. 358-361.

13 Беляева, О.М. Современные методы ценообразования, как инструмент обеспечения устойчивости развития предприятия / О.М. Беляева // Социально-экономические проблемы и закономерности развития северо-кавказского федерального округа Сборник научных трудов по материалам региональной научно-практической конференции. – 2016. – С. 59-63.

14 Боброва, В.В. Стратегия как инструмент обеспечения устойчивости предприятия / В.В. Боброва, О.Н. Маторнова // Формирование рыночного хозяйства: теория и практика сборник научных статей. – Оренбург, 2017. – С. 34-39.

15 Бобылев, С.Н. Устойчивое развитие: методология и методики измерения / С.Н. Бобылев, Н.В. Зубаревич, С.В. Соловьева, Ю.С. Власов // Экономика. – 2017. – № 8. – С. 80-89.

16 Богданова, Е.Н. Управление конкурентоустойчивостью как основа

развития организационной среды строительного-инвестиционного предприятия / Е.Н. Богданова // Вестник МГОУ. – 2015. – № 4. – С. 53-60.

17 Бородин, А.И. Инструментарий стратегического управления устойчивым развитием промышленного предприятия / А. И. Бородин, Е. Стрельцова // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Общественные и гуманитарные науки. – 2014. – № 3(140). – С. 100-105.

18 Горшенина, Е.В. Мониторинг устойчивого развития промышленного предприятия / Е.В. Горшенина, Н.А. Хомяченкова // Российское предпринимательство. – 2017. – Том 12. – № 1. – С. 63-67.

19 Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 25.12.2018) // Собрание законодательства РФ. – 2015. – № 1 (часть 1). – Ст. 16.

20 Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 03.08.2018) // Собрание законодательства РФ. – 1994. – № 32. – Ст. 3301.

21 Гусев, С.А. Мониторинг состояния устойчивого развития промышленного предприятия / С.А. Гусев // Вестник Челябинского государственного университета. – 2018. – № 24 (278). – С. 83–88.

22 Гусев, С.А. Устойчивое развитие предприятия: к вопросу о дефиниции / С.А. Гусев // Российское предпринимательство. – 2018. – № 2. – С. 30-35.

23 Денисов, К.А. Методы формирования стратегии устойчивого развития промышленного предприятия на инновационной основе: дис. канд. экон. наук: 08.00.05 / К.А. Денисов. – СПб.: Питер, 2014. – 131 с.

24 Дубков, С.В. Модели и методы обеспечения устойчивости инновационного развития экспортоориентированных предприятий: автореф. дис.... канд. экон. наук: 08.00.05 / С.В. Дубков. – М., 2015. – 25 с.

25 Жабина, Н.В. Методика исследования устойчивого развития предприятия на основе эконометрических моделей / Н.В. Жабина, В.П. Невежин // Научный журнал «Бизнес и общество». – 2015. – №4 (8). – С. 12-20.

26 Зайцев, О.Н. Оценка экономической устойчивости промышленных предприятий: автореф. дис. канд. экон. наук: 08.00.05 Экономика и упр. нар.хоз-вом (экон. безопасность; экономика, орг. и упр. предприятиями, отраслями, комплексами – пр-сть) / О.Н. Зайцев / Тихоокеанский гос. ун-т. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2017. – 23 с.

27 Езерская, С.Г. Экономическая устойчивость промышленного предприятия: методологические аспекты и методы оценки: автореф. дис.канд. экон. наук: 08.00.05 Экономика и упр. нар.хоз-вом (экон. безопасность; экономика, орг. и упр. предприятиями, отраслями, комплексами – пр-сть) / С.Г. Езерская / Иван. гос. ун-т. Иваново: Изд-во Иван.гос. ун-та, 2015. – 27 с.

28 Ильичева, А.В. Формирование механизма оценки устойчивого развития территориально-промышленного комплекса: автореф. дис. канд. экон. наук: 08.00.05 / А.В. Ильичева. – М., 2014. – 24 с.

29 Калашникова, И.А. Проблемы формирования стратегии развития предприятия / И.А. Калашникова // Управление предприятием. – 2019. – № 1. – С. 11-17.

30 Калпаева, З.А. Инвестиционно-строительный комплекс: понятие и особенности развития / З.А. Калпаева, А.А. Кочербаева // Известия вузов Кыргызстана. – 2015. - № 9. – С. 55-57.

31 Капранова, Н.Н. Современное предприятие в конкурентной среде / Н.Н. Капранова // Молодой ученый. – 2014. – №21. – С. 328-332.

32 Кислинская, М.В. Сбалансированная оценка эффективности управления конкурентоспособностью промышленных предприятий / М.В. Кислинская, В.Б. Кислинский // Вестник Университета (Государственный университет управления). – 2015. – № 10–1. – С. 45– 52.

33 Колосова, Т.В. Управление устойчивым развитием предприятий в условиях внедрения инноваций: монография / Т.В. Колосова. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2018. – 29 с.

34 Коробкова, З.В. Экономический механизм устойчивого развития

предприятия в условиях растущей хозяйственной глобализации // Функционирование предприятий в российской экономике: проблемы и решения: сб. науч. тр. / Под ред. В.В. Титова, В.Д. Марковой. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2018. – С. 57-68.

35 Куксова, И.В. Мониторинг развития инновационного потенциала как инструмента обеспечения устойчивости предприятий / И.В. Куксова // Инновационный Вестник Регион. – 2015. – № 4. – С. 68-70.

36 Кулагина, Е.В. Инструменты и методы, обеспечивающие устойчивость предприятия / Е.В. Кулагина // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2019. – № 18. – С. 59-67.

37 Кулагина, Е.В. Повышение устойчивости предприятия в условиях конкурентной среды / Е.В. Кулагина // Вестник АГТУ. – 2017. – № 3 (38). – С. 212–216.

38 Кучерова, Е.Н. Формирование механизмов устойчивого развития предприятий в современных условиях: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 - Экономика и упр. нар.хоз-вом. – М.: МГИУ, 2011. – 29 с.

39 Кэмпбел, Д. Стратегический менеджмент. / Д. Кэмпбел, Дж. Стаунхаус, Б. Хьюстон. – М.Норма, 2003. – 290 с.

40 Ленгинович, С.Г. Конкурентная среда: методы исследования / С.Г. Ленгинович // Экономическая наука и практика: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Чита, апрель 2014 г.). – Чита: Издательство Молодой ученый, 2014. – С. 88-91.

41 Мустафин, Д.И. Проблемы устойчивого развития. История появления и становления концепции устойчивого развития / Д.И. Мустафин. – М.: Академия, 2015. – 230 с.

42 Никулина, Н.Н. Организация коммерческой деятельности предприятий / Н.Н. Никулина, Л.Ф. Суходоева, Н.Д. Эриашвили. – М.: ЮНИТИ, 2012. – 319 с.

43 Носов, А.В. Страхование как инструмент обеспечения устойчивости организации / А.В. Носов // Образование, наука, практика: инновационный

аспект. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки. – 2015. – С. 57-60.

44 Ойкен, В. Основные принципы экономической политики (фрагменты работы) / В. Ойкен. – М.: Норма, 2016. – 218 с.

45 Пармененков, К.Н. Методы анализа состояния конкурентной среды / К.Н. Пармененков // Журнал «Аудит и финансовый анализ». – 2015. – № 1. – С. 25-29.

46 Пахомов, Е.В. Текущее состояние строительной отрасли РФ / Е.В. Пахомова, М.С. Овчинникова // Молодой ученый. – 2019. – №2. – С. 255-260.

47 Перский, Ю.К. Методологические подходы к оценке устойчивости предприятия как эколого-социо-экономической системы / Ю.К. Перский // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2014. – № 39. – С. 14-22.

48 Портер, М. Международная конкуренция. Конкурентные преимущества стран / М. Портер. Пер. с англ. – М.: Международные отношения, 1993. – 896 с.

49 Постановление Правительства РФ от 26.12.2014 № 1521 (ред. от 07.12.2016) «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» // Собрание законодательства РФ. – 2015. – № 2. – Ст. 465.

50 Радченко, Ю.С. Инструменты разработки стратегии развития строительных предприятий / Ю.С. Радченко // Экономика и управление в XXI веке: стратегии устойчивого развития: сборник статей VIII Международной научно-практической конференции. Пенза, 2019. – С. 14.-16.

51 Ратушный, А. Страхование строительно-монтажных рисков как элемент риск-менеджмента / А. Ратушный // ЭнергоРынок. – 2017. – № 1. – С. 80-85.

52 Саатчян, Т.С. Инвестиционно-строительные компании в условиях экономической неопределенности в Российской Федерации: проблемы, перспективы развития, оценка эффективности деятельности / Т.С. Саатчян // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 3. –

С. 103-110.

53 Салимова, Т.А. Инструментарий оценки устойчивого развития организации / Т.А. Салимова, Д.Д. Гудкова // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. – № 5. – С. 151-160.

54 Светуныков, С.Г. Подход к оценке устойчивого развития промышленного предприятия / С.Г. Светуныков, В.П. Смолькин // Актуальные проблемы экономики и права. – 2014. – № 2. – С. 89-94.

55 Сидоров, А.В. Математическая модель устойчивого развития предприятия / А.В. Сидоров // Науковедение. – 2016. – №3. – С.1–22.

56 Строительный контроль. – <http://www.expert-chel.ru/ru/Строительный-контроль>

57 Суслов, С.Н. Понятие и факторы устойчивого развития организации / С.Н. Суслов / Символ науки. – 2019. – № 1. – С. 60-67.

58 Талапов, В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий / В. В. Талапов – М.: ДМК Пресс, 2016. – 392 с.

59 Тарануха, Н.Л. Классификация методов оценки конкурентоспособности применительно к строительным предприятиям / Н.Л. Тарануха, М.М. Плетнева // Фотинские чтения. – 2017. - № 2. – С. 130-133.

60 Третьякова, Е.А. Анализ методического инструментария оценки устойчивого развития промышленных предприятий / Е.А. Третьякова, Т.В. Алферова, Ю.И. Пухова // Вестник Пермского университета. – 2019. – № 4. – С. 132-139.

61 Туснетова, А.И. Концепция стратегии устойчивого развития предприятия: определение и основные принципы / А.И. Туснетова, Ж.В. Доможилкина // Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего. Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. Западно-Сибирский научный центр. – 2016. – С. 322-323.

62 Усик, Н.И. Формирование конкурентной среды и конкурентная политика / Н.И. Усик // Журнал «Теоретическая экономика». – 2018. – № 4. – С. 54.

63 Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» // Собрание законодательства РФ. – 2010. – № 1. – Ст. 5.

64 Федеральный закон от 18.07.2011 № 223-ФЗ (ред. от 28.11.2018) «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» // Собрание законодательства РФ. – 2011. – № 30 (ч. 1). – Ст. 4571.

65 Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ (ред. от 01.05.2019) №О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» // Собрание законодательства РФ. – 2013. – № 14. – Ст. 1652.

66 Филиппенко, Д.С. Организационно-экономическое обеспечение устойчивого развития предприятий в условиях глобализации экономики: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Д.С. Филиппенко. – Нижний Новгород, 2014. – 178 с.

67 Хмельницкий, В.И. Стратегия устойчивого развития предприятия как важнейший инструмент стратегического развития региона / В.И. Хмельницкий // Стратегические ориентиры развития региональной экономики. Материалы VII ежегодной международной конференции. – 2016. – С. 419-422.

68 Худякова, Т.А. Совершенствование подходов к управлению устойчивостью предприятия на основе внедрения контроллинговых технологий / Т.А. Худякова // Экономика и менеджмент систем управления. – 2017. - № 1. – С. 129-134.

69 Чикишев, С.В. Оценка экономической устойчивости строительных организаций: на примере Тюменской области: автореферат дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.05 / С.В. Чикишев. – Санкт-Петербург, 2010. – 18 с.

70 Чистякова, К.Ю. Основные участники строительного производства / К.Ю. Чистякова // Молодой ученый. – 2018. – №14. – С. 238-240.

71 Шаламова, О.В. Формирование системы управления устойчивым развитием промышленных предприятий: на примере машиностроения: диссертация ... кандидата экономических наук: 08.00.05 / О.В. Шаламова. –

Оренбург, 2015. – 209 с.

72 Шепелева, Л.С. Риск - менеджмент как инструмент обеспечения экологической устойчивости предприятия / Л.С. Шепелева // Вестник Московского государственного университета приборостроения и информатики. Серия: Социально-экономические науки. – 2018. – № 16. – С. 176-185.

73 Шестаков, А.Б. Механизм планирования устойчивого развития промышленного предприятия: автореф. дис.... канд. экон. наук: 08.00.05 / А.Б. Шестаков. – М., 2015. – 23 с.

74 Шестерикова, Н.В. Формирование стратегии устойчивого развития предприятия на основе системы сбалансированных показателей: автореф. дис.... канд. экон. наук: 08.00.05 / Н.В. Шестерикова. – Нижний Новгород, 2017. – 24 с.

75 Chesbrough, H. Open Innovation. The New Imperative for Creating and Profiting from Technology / H. Chesbrough. – Cambridge: Harvard Business School Press, 2018. – 272 p.

76 Bieńkowski, W., Miary międzynarodowej konkurencyjności gospodarek / W. Bieńkowski, Z. Czajkowski, M. Gomółka, B. Brocka-Palacz. –Warszawa: 156 SGH, 2017. – P. 30.

77 Gumerov, A. Multipole Fast Methods for the Helmholtz Equation in Three Dimensions / A. Gumerov. – London: PRESS, 2010. – P. 426.

78 Elkington, J. Towards the Sustainable Corporation: Win-Win-Win Business Strategies for Sustainable Development / J. Elkington // California Management Review. – 2016. – № 36 (2). – P. 90 – 100.

79 Dyllick, T. Beyond the Business Case for Corporate Sustainability / T. Dyllick, K. Hockerts // Business Strategy And the Environment. – 2015. – No. 11. – P. 130-141.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Описание уровней детализации LOD

Таблица А.1 – Описание уровней детализации LOD

LOD	Описание
LOD 100	Элемент модели может быть представлен в виде объемных формообразующих элементов с приблизительными размерами, формой, пространственным положением и ориентацией или в виде символа.
LOD 200	Элемент модели представлен в виде объекта или сборки как характерный представитель системы здания с приблизительными размерами, формой, пространственным положением, ориентацией и необходимой неграфической информацией.
LOD 300	Элемент модели представлен в виде объекта или сборки принадлежащей конкретной системе здания с точными размерами, формой, пространственным положением, ориентацией, связями и необходимой неграфической информацией.
LOD 400	Элемент модели представлен в виде конкретной сборки с детальными размерами, формой, пространственным положением, ориентацией, четкими связями, данными по изготовлению, и монтажу, а также другой необходимой неграфической информацией.
LOD 500	Элемент модели представлен в виде конкретной сборки с фактическими размерами, формой, пространственным положением, ориентацией и неграфической информацией, достаточной для передачи модели в эксплуатацию.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Прогрессирование уровней детализации по мере разработки строительного проекта



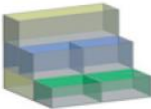

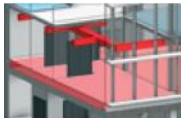
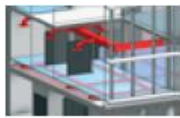


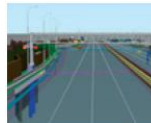


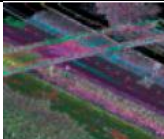


Рисунок Б.1 – Прогрессирование уровней детализации по мере разработки строительного проекта

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Определение LOD в документе PAS

Таблица В.1 – Уровни детализации для строительных проектов

Название модели	Идея	Концепция	Разработка дизайна	Производство	Монтаж	Строительство	Эксплуатация
Системы, подлежащие покрытию	Никакие	Все	Все	Все	Все	Все	Все
Графическая иллюстрация (строительный проект)							
Графическая иллюстрация (проект инфраструктуры)							
На какую модель можно положиться	Информация о модели, которая сообщает краткие требования к производительности, контрольные показатели производительности и ограничения сайта	Модели, которые сообщают о первоначальном намерении на краткие, эстетические и общие требования к Производительности. Модель может использоваться для раннего проектирования, анализа и координации. Содержание модели не является фиксированным и может быть предметом дальнейшей разработки. Модель может использоваться для координации, последовательности и целей оценки	Корректируемая по размеру модель, передающая ответ на краткое, эстетическое намерение и некоторую информацию о производительности, которая может использоваться для анализа, разработки дизайна и раннего участия подрядчика. Модель может использоваться для координации, последовательности и целей оценки, включая согласование целевой цены первого этапа.	Корректируемая по размеру и скоординированная модель, которая может использоваться для проверки соответствия требованиям планирования и регулирования и которая может использоваться в качестве опорной точки для включения проектных моделей специалиста-подрядчика. Модель может использоваться для координации, последовательности и целей оценки, включая соглашение о цене.	Точная модель до и во время строительства, включающая скоординированные специализированные модели субконтрактов и связанные с ними атрибуты модели. Модель может использоваться для согласования моделей изготовления, последовательности установки и захвата как установленной информации	Обновленные данные в фиксированный момент времени, включающие любые существенные изменения, сделанные с момента передачи обслуживания, включая данные о производительности и состоянии и всей информации, необходимой для эксплуатации и обслуживания	Точные данные, как построено, для передачи обслуживания, включая всю информацию, необходимую для эксплуатации и обслуживания

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Акт выполненных работ №1

Унифицированная форма N КС- 2
Утверждена постановлением Госкомстата России
от 11.11.99 N 100

		Код
Инвестор <u>ООО «Ситиком», ул. Энгельса, 25, +7(351)227-56-76</u>	по ОКПО	0322005
<small>организация, адрес, телефон, факс</small>		
Заказчик (Генподрядчик) <u>ООО «Гарантия», ул. Курчатова, 95, +7(351)287-05-00</u>	по ОКПО	
<small>организация, адрес, телефон, факс</small>		
Подрядчик (Субподрядчик) <u>ИП Владимиров, ул. Новосинегазово, 51</u>	по ОКПО	
<small>организация, адрес, телефон, факс</small>		
Стройка <u>ЖК «Смолинка», ул. Лесопарковая, 2</u>		
<small>наименование, адрес</small>		
Объект <u>Жилой дом</u>		
<small>наименование</small>		
	Вид деятельности по ОКДП	4520161
	Договор подряда(контракт)	№1
	<small>номер</small>	30 04 2017
	<small>дата</small>	
	Вид операции	

101

	Номер документа	Дата составления	Отчетный период	
АКТ	№1	30.04.2017	с	по
			24.04.2017	30.04.2017

О ПРИЕМКЕ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

Сметная (договорная) стоимость в соответствии с договором подряда (субподряда) _____ руб

Номер		Наименование работ	Номер единичной расценки	Единица измерения	Выполнено работ		
по порядку	позиции по смете				количество	цена за единицу, руб	стоимость, руб
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	E05-01-027-01	м3	30	5670,27	171837,5
Итого					30	X	171837,5

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Акт выполненных работ №2

Унифицированная форма N КС- 2
Утверждена постановлением Госкомстата России
от 11.11.99 N 100

		Код	
	Форма по ОКУД	0322005	
Инвестор <u>ООО «Ситиком», ул. Энгельса, 25, +7(351)227-56-76</u>	по ОКПО		
<small>организация, адрес, телефон, факс</small>			
Заказчик (Генподрядчик) <u>ООО «Гарантия», ул. Курчатова, 95, +7(351)287-05-00</u>	по ОКПО		
<small>организация, адрес, телефон, факс</small>			
Подрядчик (Субподрядчик) <u>ИП Владимирова, ул. Новосинеглазово, 51</u>	по ОКПО		
<small>организация, адрес, телефон, факс</small>			
Стройка <u>ЖК «Смолинка», ул. Лесопарковая, 2</u>			
<small>наименование, адрес</small>			
Объект <u>Жилой дом</u>			
<small>наименование</small>			
	Вид деятельности по ОКДП	4520161	
	Договор подряда(контракт)	номер	№2
		дата	08 05 2017
	Вид операции		

АКТ	Номер документа	Дата составления	Отчетный период	
	№2	08.05.2017	с	по
			01.05.2017	08.05.2017

О ПРИЕМКЕ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

Сметная (договорная) стоимость в соответствии с договором подряда (субподряда) _____ руб

Номер		Наименование работ	Номер единичной расценки	Единица измерения	Выполнено работ		
по порядку	позиции по смете				количество	цена за единицу, руб	стоимость, руб
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	E05-01-027-01	м3	25,1	5670,27	140594,31
Итого					25,1	X	140594,31

Всего по акту	25,1	X	140594,31
---------------	------	---	-----------

Сдал _____ Директор _____ Красилов Е.А.
должность подпись расшифровка подписи

М.П.

Принял _____ Управляющий _____ Козин А.А.
должность подпись расшифровка подписи

М.П.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Акт выполненных работ №3

Унифицированная форма N КС- 2
Утверждена постановлением Госкомстата России
от 11.11.99 N 100

		Код
Инвестор <u>ООО "Красный урал", ул. Энгельса, 25, +7(351)227-56-76</u>	по ОКПО	0322005
<small>организация, адрес, телефон, факс</small>		
Заказчик (Генподрядчик) <u>ООО "Каменный урал", ул. Курчатова, 95, +7(351)287-05-00</u>	по ОКПО	
<small>организация, адрес, телефон, факс</small>		
Подрядчик (Субподрядчик) <u>ЗАО "Белый камень", ул. Новосинеглазово, 51</u>	по ОКПО	
<small>организация, адрес, телефон, факс</small>		
Стройка <u>Дачная постройка «Жёлудь», ул. Лесопарковая, 2</u>		
<small>наименование, адрес</small>		
Объект <u>Тротуарная плитка рядом с дачной постройкой "Жёлудь"</u>		
<small>наименование</small>		
	Вид деятельности по ОКДП	2696261
	Договор подряда(контракт)	№3
	номер	№3
	дата	30 04 2017
	Вид операции	

Номер документа	Дата составления	Отчетный период	
№3	30.04.2017	с	по
		17.04.2017	30.04.2017

АКТ

О ПРИЕМКЕ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

Сметная (договорная) стоимость в соответствии с договором подряда (субподряда) _____ руб

Номер		Наименование работ	Номер единичной расценки	Единица измерения	Выполнено работ		
по порядку	позиции по смете				количество	цена за единицу, руб	стоимость, руб
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	Разработка грунта	01-01-014-06	1000м3	0,0875	8925,7	781
2	2	Разработка водоотводных канав	01-01-048-03	1000м3	0,025	18883,28	472,08
3	3	Устройство слоев оснований	27-04-001-01	1000м3	0,5	2281,84	1140,92
4	4	Устройство оснований под тротуары	27-07-002-01	100м2	2,5	3037,42	7593,55
5	5	Монтаж опалубки	06-01-012-01	100м2	2,5	2150,88	5377,2
Итого					5,61	X	15364,75

Всего по акту	5,61	X	15364,75
---------------	------	---	----------

Сдал _____ управляющий _____ Шейкин А.О.
должность подпись расшифровка подписи

М.П.

Принял _____ директор _____ Жаринов К.Э.
должность подпись расшифровка подписи

М.П.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Акт выполненных работ №4

Унифицированная форма N КС- 2
Утверждена постановлением Госкомстата России
от 11.11.99 N 100

		Код
Инвестор <u>ООО "Красный урал", ул. Энгельса, 25, +7(351)227-56-76</u>	по ОКПО	0322005
<small>организация, адрес, телефон, факс</small>		
Заказчик (Генподрядчик) <u>ООО "Каменный урал", ул. Курчатова, 95, +7(351)287-05-00</u>	по ОКПО	
<small>организация, адрес, телефон, факс</small>		
Подрядчик (Субподрядчик) <u>ЗАО "Белый камень", ул. Новосинеглазово, 51</u>	по ОКПО	
<small>организация, адрес, телефон, факс</small>		
Стройка <u>Дачная постройка «Жёлудь», ул. Лесопарковая, 2</u>		
<small>наименование, адрес</small>		
Объект <u>Тротуарная плитка рядом с дачной постройкой "Жёлудь"</u>		
<small>наименование</small>		
	Вид деятельности по ОКДП	2696261
	Договор подряда(контракт)	№4
	номер	№4
	дата	08 05 2017
	Вид операции	

АКТ	Номер документа	Дата составления	Отчетный период	
	№4	08.05.2017	с	по
			01.05.2017	08.05.2017

О ПРИЕМКЕ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

Сметная (договорная) стоимость в соответствии с договором подряда (субподряда) 430,370 тыс. руб

Номер		Наименование работ	Номер единичной расценки	Единица измерения	Выполнено работ		
по порядку	позиции по смете				количество	цена за единицу, руб	стоимость, руб
1	2	3	4	5	6	7	8
6	6	Устройство бетонных плитных тротуаров	27-07-003-02	100м2	2,5	7755,58	19388,95
7	7	Демонтаж опалубки	06-01-012-01	100м2	2,5	2150,88	5377,2
8	8	Устройство выравнивающих стяжек	12-01-017-01	100м2	2,5	1291,61	3229,03
9	9	Устройство мостовых брусчаток	27-05-002-01	1000м2	0,25	14820,9	3705,23
				Итого	7,75	X	31700,41

Всего по акту	7,75	X	31700,41
---------------	------	---	----------

Сдал _____ управляющий _____ Шейкин А.О.
должность подпись расшифровка подписи

М.П.

Принял _____ директор _____ Жаринов К.Э.
должность подпись расшифровка подписи

М.П.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Учет выполненных работ по устройству тротуарной плитки

Таблица 3.1 – Учет выполненных работ по устройству тротуарной плитки

№	Код работы	Наименование работы	Единица измерения	Общий объем работы	Остаточный объем работы	Остаточная временная область	Коэффициент критичности на начало отчетного периода	Коэффициент критичности на конец отчетного периода	Изменение
1	ФЕР01-01-014-06	Разработка грунта	1000м3	0,0875	0	0	81,2	81,2	0
2	ФЕР01-01-048-03	Разработка водоотводных канав	1000м3	0,025	0	0	82,1	82,1	0
3	ФЕР27-04-001-01	Устройство слоев оснований	100м3	0,5	0	0	93,9	93,9	0
4	ФЕР27-07-002-01	Устройство оснований под тротуары	100м2	2,5	0	0	92,8	92,8	0
5	ФЕР06-01-012-01	Монтаж опалубки	100м2	2,5	0	0	85,4	85,4	0
6	ФЕР27-07-003-02	Устройство бетонных плитных тротуаров	100м2	2,5	2,5	34,08	105,6	105,6	0
7	ФЕР06-01-012-01	Демонтаж опалубки	100м2	2,5	2,5	39,38	104,7	104,7	0
8	ФЕР12-01-017-01 Изм.вып.2	Устройство выравнивающих стяжек	100м2	2,5	2,5	63,37	128,06	128,06	0
9	ФЕР27-05-002-01	Устройство мостовых брусчаток	1000м2	0,25	0,25	67,62	132,5	132,5	0

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Контроль выполненных работ по устройству тротуарной плитки

Таблица И.1 – Контроль выполненных работ по устройству тротуарной плитки

№	Код работы	Наименование работы	Единица измерения	Общий объем работы	Остаточный объем работы	Запланированный объем	Фактически выполненный объем	Процент выполнения планового задания	Отклонение от плана
1	ФЕР01-01-014-06	Разработка грунта	1000м3	0,0875	0	0,0875	0,0875	100	0
2	ФЕР01-01-048-03	Разработка водоотводных канав	1000м3	0,025	0	0,025	0,025	100	0
3	ФЕР27-04-001-01	Устройство слоев оснований	100м3	0,5	0	0,5	0,5	100	0
4	ФЕР27-07-002-01	Устройство оснований под тротуары	100м2	2,5	0	2,5	2,5	100	0
5	ФЕР06-01-012-01	Монтаж опалубки	100м2	2,5	0	2,5	2,5	100	0
6	ФЕР27-07-003-02	Устройство бетонных плитных тротуаров	100м2	2,5	2,5	2,5	0	0	100
7	ФЕР06-01-012-01	Демонтаж опалубки	100м2	2,5	2,5	2,5	0	0	100
8	ФЕР12-01-017-01 Изм.вып.2	Устройство выравнивающих стяжек	100м2	2,5	2,5	2,5	0	0	100
9	ФЕР27-05-002-01	Устройство мостовых брусчаток	1000м2	0,25	0,25	0,25	0	0	100

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Учет выполненных работ по установке свай

Таблица К.1 – Учет выполненных работ по установке свай

№	Код работы	Наименование работы	Единица измерения	Общий объем работы	Остаточный объем работы	Остаточная временная область	Коэффициент критичности на начало отчетного периода	Коэффициент критичности на конец отчетного периода	Изменение
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	E05-01-027-01	Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	м3	55,1	30	5,5	6,35	6,78	0,43

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Контроль выполненных работ по установке свай

Таблица Л.1 – Контроль выполненных работ по установке свай

№	Код работы	Наименование работы	Единица измерения	Общий объем работы	Остаточный объем работы	Запланированный объем	Фактически выполненный объем	Процент выполнения планового задания	Отклонение от плана
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	E05-01-027-01	Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	м3	55,1	30	55,1	25,1	45,5	54,5

ПРИЛОЖЕНИЕ М

Расчётная таблица для построения МОТЗ по установке свай в единичных работах

Таблица М.1 – Данные для построения МОТЗ по установке свай

Наименование	TЗ	Vj	tn	Vmin	% от Vj	tmin(c Rmax)	tтехн	Rmin	Rmax	tнач кр	tкр	tmin(c Rmin)	ток (кр)	ток
Установка копра	0,7	1,5	0,05	0,16	100	0,24	0	2	4	0,71	0,48	0,05	0,95	1,00
Погружение основной сваи	1,9	1,5	0,21	0,45	100	0,38	0	4	7	0,62	0,23	0,21	1,00	1,21
Стыковка доборной сваи с основной	0,3	1,5	0,01	0,08	100	0,08	0	4	6	1,13	1,05	0,01	1,21	1,21
Устройство стыкового соединения и гидроизоляции его	1	1,5	0,06	0,23	100	0,23	0	4	6	0,98	0,75	0,06	1,21	1,27
Погружение составной сваи с выравниванием при погружении	1,9	1,5	0,22	0,46	100	0,46	0	4	6	0,81	0,35	0,22	1,27	1,49
Установка, закрепление и снятие хомутов и наголовников	0,3	1,5	0,01	0,07	100	0,11	0	2	4	1,39	1,28	0,01	1,49	1,50

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

Расчётная таблица для построения МОТЗ по установке свай в укрупненных работах

Таблица Н.1 – Данные для построения МОТЗ по установке свай

Наименование	TЗ	Vj	тн	Vmin	% от Vj	tmin(c Rmax)	техн	Rmin	Rmax	тнач кр	ткр	tmin (с Rmin)	ток (кр)	ток
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	4,40	3,32	2,17	5,49	7,66
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	6,57	5,49	2,17	7,66	9,83
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	8,74	7,66	2,17	9,83	12,00
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	10,92	9,83	2,17	12,00	14,17
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	13,09	12,00	2,17	14,17	16,34
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	15,26	14,17	2,17	16,34	18,52

Продолжение таблицы Н.1

Наименование	TЗ	Vj	тн	Vmin	% от Vj	tmin(с Rmax)	tтехн	Rmin	Rmax	тнач кр	ткр	tmin (с Rmin)	ток (кр)	ток
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	17,43	16,34	2,17	18,52	20,69
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	19,60	18,52	2,17	20,69	22,86
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	21,77	20,69	2,17	22,86	25,03
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	23,94	22,86	2,17	25,03	27,20
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	26,12	25,03	2,17	27,20	29,37
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	28,29	27,20	2,17	29,37	31,54

Продолжение таблицы Н.1

Наименование	TЗ	Vj	тн	Vmin	% от Vj	tmin(с Rmax)	tтехн	Rmin	Rmax	тнач кр	ткр	tmin (с Rmin)	ток (кр)	ток
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	30,46	29,37	2,17	31,54	33,72
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	32,63	31,54	2,17	33,72	35,89
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	34,80	33,72	2,17	35,89	38,06
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	36,97	35,89	2,17	38,06	40,23
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	39,14	38,06	2,17	40,23	42,40
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	41,32	40,23	2,17	42,40	44,57

Продолжение таблицы Н.1

Наименование	TЗ	Vj	тн	Vmin	% от Vj	tmin(с Rmax)	tтехн	Rmin	Rmax	тнач кр	ткр	tmin (с Rmin)	ток (кр)	ток
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	43,49	42,40	2,17	44,57	46,74
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	45,66	44,57	2,17	46,74	48,92
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	47,83	46,74	2,17	48,92	51,09
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	50,00	48,92	2,17	51,09	53,26
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	52,17	51,09	2,17	53,26	55,43
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	54,34	53,26	2,17	55,43	57,60

Продолжение таблицы Н.1

Наименование	TЗ	Vj	тн	Vmin	% от Vj	tmin(с Rmax)	tтехн	Rmin	Rmax	тнач кр	ткр	tmin (с Rmin)	ток (кр)	ток
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	56,52	55,43	2,17	57,60	59,77
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	58,69	57,60	2,17	59,77	61,94
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	60,86	59,77	2,17	61,94	64,11
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	63,03	61,94	2,17	64,11	66,29
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	65,20	64,11	2,17	66,29	68,46
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	67,37	66,29	2,17	68,46	70,63

Продолжение таблицы Н.1

Наименование	TЗ	Vj	тн	Vmin	% от Vj	tmin(с Rmax)	tтехн	Rmin	Rmax	тнач кр	ткр	tmin (с Rmin)	ток (кр)	ток
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	69,54	68,46	2,17	70,63	72,80
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	71,71	70,63	2,17	72,80	74,97
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	73,89	72,80	2,17	74,97	77,14
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	76,06	74,97	2,17	77,14	79,31
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	78,23	77,14	2,17	79,31	81,49
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	80,40	79,31	2,17	81,49	83,66

Окончание таблицы Н.1

Наименование	T3	Vj	tn	Vmin	% от Vj	tmin(с Rmax)	tтехн	Rmin	Rmax	tнач кр	tкр	tmin (с Rmin)	ток (кр)	ток
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	82,57	81,49	2,17	83,66	85,83
Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы: 1	5,99	1,45	2,17	1,45	100,00	1,09	0,00	4,00	8,00	84,74	83,66	2,17	85,83	88,00

ПРИЛОЖЕНИЕ О

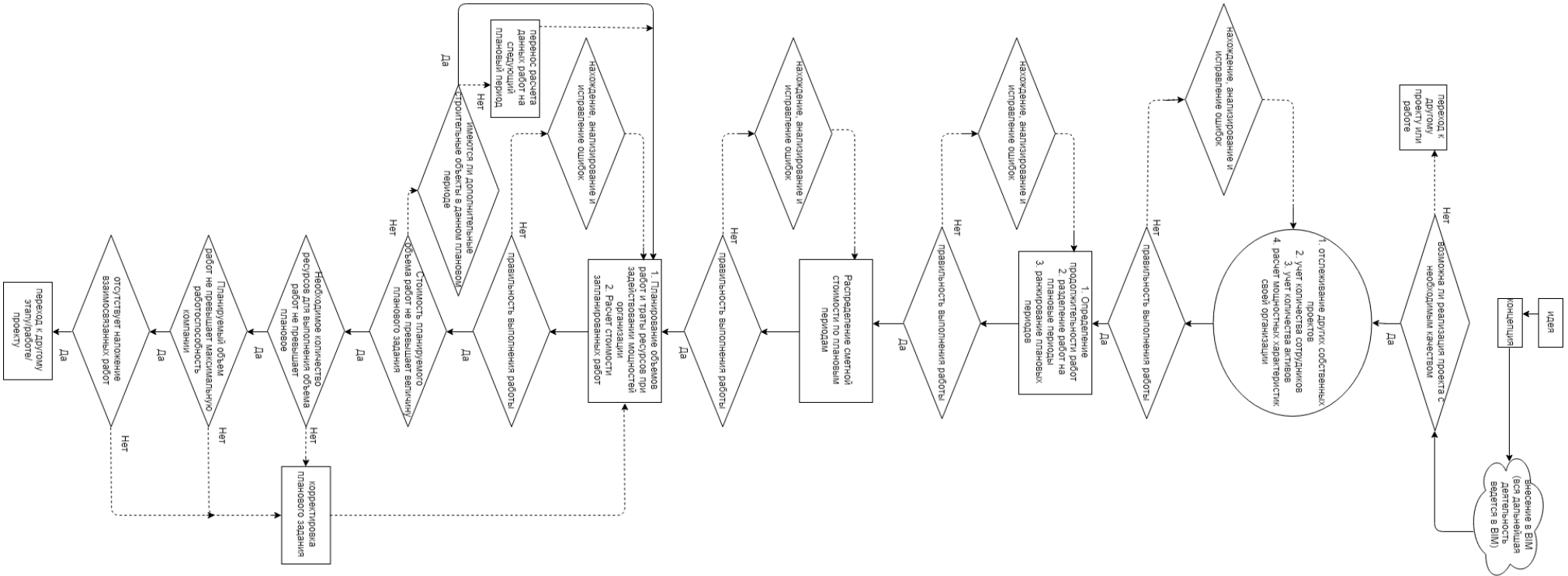
Расчётная таблица для построения МОТЗ по устройству тротуарной плитки

Таблица О.1 – Расчётная таблица для построения МОТЗ по устройству тротуарной плитки

Наименование	TЗ	Vj	тн	Vmin	% от Vj	tmin(с Rmax)	tтехн	Rmin	Rmax	то(кр)	tmin(с Rmin)	ток (кр)	ток
Разработка грунта	43,62	0,09	0,48	0,02	25,00	0,95		2,00	4,00	0,95	0,48	81,22	82,18
Разработка водоотводных канав	1937,52	0,03	12,11	0,01	50,00	12,11		2,00	4,00	12,11	12,11	82,18	94,29
Устройство слоев оснований	15,72	0,50	0,52	0,10	20,00	0,87	2,00	3,00	9,00	2,87	2,52	93,94	96,81
Устройство оснований под тротуары	26,24	2,50	3,28	0,50	20,00	7,29		4,00	9,00	7,29	3,28	92,80	100,09
Монтаж опалубки	95,92	2,50	11,99	0,63	25,00	26,64		5,00	9,00	26,64	11,99	85,44	112,08
Устройство бетонных плитных тротуаров	42,40	2,50	5,30	0,50	20,00	11,78	2,00	4,00	9,00	13,78	7,30	105,60	119,38
Демонтаж опалубки	95,92	2,50	11,99	0,63	25,00	26,64		5,00	9,00	26,64	11,99	104,73	131,37
Устройство выравнивающих стяжек	27,22	2,50	4,25	0,63	25,00	7,56	12,00	4,00	9,00	19,56	16,25	128,06	147,63
Устройство мостовых брусчаток	990,00	0,25	12,38	0,05	20,00	27,50		4,00	9,00	27,50	12,38	132,50	160,00

ПРИЛОЖЕНИЕ П

Схема функционирования различных функций управления



информационной модели при