

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2023, Том 15, № 1 / 2023, Vol. 15, Iss. 1 <https://esj.today/issue-1-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/75SAVN123.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Исламов, К. Ф. Использование технологии «Строительный конвейер» при строительном производстве многоквартирного трёхэтажного жилого дома / К. Ф. Исламов, Ф. М. Ахметов, С. А. Совков, О. Г. Новоселов, Х. Г. Гафиатулин // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 1. — URL: <https://esj.today/PDF/75SAVN123.pdf>

For citation:

Islamov K.F., Ahmetov F.M., Sovkov S.A., Novoselov O.G., Gafiatulin H.G. The use of the "Construction conveyor" technology in the construction of a multi-apartment three-story residential building. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(1): 75SAVN123. Available at: <https://esj.today/PDF/75SAVN123.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

Исламов Камиль Фаритович

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Набережночелнинский институт (филиал), Набережные Челны, Россия
Заведующий кафедрой «Технологии строительства и управления недвижимостью»
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: kam@kambox.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=805343

Ахметов Фриль Мирзанурович

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Набережночелнинский институт (филиал), Набережные Челны, Россия
Доцент кафедры «Технологии строительства и управления недвижимостью»
Кандидат технических наук
E-mail: FrMAhmetov@kpfu.ru
Google Академия: <https://scholar.google.ru/citations?hl=ru&user=o1WB0G4AAAJ>

Совков Сергей Анатольевич

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Набережночелнинский институт (филиал), Набережные Челны, Россия
Старший преподаватель кафедры «Технологии строительства и управления недвижимостью»
E-mail: ssa_i@mail.ru

Новоселов Олег Геннадьевич

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Набережночелнинский институт (филиал), Набережные Челны, Россия
Старший преподаватель кафедры «Технологии строительства и управления недвижимостью»
E-mail: shi-set@mail.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=797664

Гафиатулин Харбиль Галимович

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Набережночелнинский институт (филиал), Набережные Челны, Россия
Старший преподаватель кафедры «Технологии строительства и управления недвижимостью»
E-mail: HGGafiatulin@kpfu.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=799088
WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/H-4481-2016>
Google Академия: https://scholar.google.ru/citations?view_op=list_works&hl=ru&user=LouWJqoAAAAJ

Использование технологии «Строительный конвейер» при строительном производстве многоквартирного трёхэтажного жилого дома

Аннотация. Предложена эволюционная модель развития методов автоматизации и управления всеми циклами строительного производства в парадигме поэлементной и поминутной организации строительных работ на основе строительной BIM-модели. Предлагаемая система включает в себя предложенные методы автоматизации и организации работ, которые обеспечат поэлементное планирование возведения зданий с минутной точностью детализации планирования в рамках глобального графика производства работ.

Вводится понятие «Наряд на завтра», что из себя представляет задание на производство конкретного реального «элемента здания» с присвоенным для него «строительный ID адрес». Предлагается трехуровневая система по выдаче нарядов в производство, которая опирается на критический путь и резерв времени. Авторы предлагают использовать цветовую индикацию статуса «Наряда на работу» при работе модели.

В организацию мероприятий по возведению элементов информационной модели здания предложено ввести процедуру формирования «Нарядов на производство». В данной процедуре список элементов не зависит от человеческого фактора — автоматизированный сценарий обработки информационной модели здания обеспечит формирование перечня из всех элементов данной модели.

Авторами приведен алгоритм применения технологии строительства трёхэтажного жилого дома. Данный алгоритм состоит из основных элементов, таких как «утверждение целевого графика с заказчиком» и «расчёт состава бригады».

Разработан четырехмерная модель всего объекта в соответствии с проектной информационной моделью здания и целевым графиком.

Результатом внедрения подобной системы предполагается получение достоверной информационной модели здания, фиксация параметров фактически выполненных работ и потраченных ресурсов.

Ключевые слова: 4D и 5D моделирования; BIM-модели; информационное моделирование; наряд на завтра; нарядов на производство; поточное строительства; строительный конвейер

Введение

Один из вариантов оптимизации деятельности подрядных организаций — более эффективное использование возможностей информационной модели зданий, и разработки на её основе «поточного ТИМ строительства», где сам процесс строительства привязан к пространственной импровизированной ленте времени, где к моменту производства имеются все необходимые условия произвести продукцию в виде «элемента здания» в точно заданный срок графика строительного производства. Данная работа является продолжением разработок, которые отображены в статьях [1–4].

Рассмотрим на примере одноподъездного каркасного многоэтажного жилого дома некоторые производственные процессы возведения здания.

Методы

Понятие «элемента здания» как основного показателя производства не случаен. Возьмем в качестве примера — «производство кирпичной кладки перегородки» на конкретном этаже (уровне). Ее может производить конкретное звено каменщиков с необходимым обеспечением материалов и прочего необходимого для производства. Другая перегородка при одновременном производстве на этом же уровне требует дополнительных каменщиков и обеспечения производства или определенного времени исполнения учитывающей исполнение предыдущей — если мы решаем продолжить производство теми же рабочими.

Другой пример, элементы несущего каркаса здания, колонны, балки, стеновые элементы, вентиляционные шахты, элементы лестничных маршей, плиты перекрытия.

Проектировщик и строитель может на момент производства манипулировать только одним «элементом здания» — это аксиома не требующего какого-либо доказательства. Для одновременного производства нескольких «элементов» необходимы дополнительные ресурсы — людские, материальные и технические в виде компьютерного устройства и программного обеспечения, к примеру, Revit, Bentley, Allplan, ArchiCAD и т. д. Некоторые проблемы внедрения и реализации программных комплексов на основе BIM-технологии рассматриваются в работах [5–7].

Это понятие равносильно конвейерному принципу — где время основной показатель производства, характеризующийся расчленением производственного процесса на отдельные, относительно короткие операции, выполняемые на специально оборудованных, последовательно расположенных рабочих местах строящегося здания — в нашем случае производится конкретный элемент здания по реальному «Идентификатору размещения в BIM Проекта», перенесенного для безусловного размещения на строительной площадке относительно осей здания — идентичных проектным координатам только в натуре.

1.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ BIM ПРОЕКТА
Идентификатор элемента: 242692

Идентификатор	242692	06-01	Устройство железобетонных ст	П-4	2,38	6	2160	Уровень 2	242692.png
---------------	--------	-------	------------------------------	-----	------	---	------	-----------	------------

НАРЯД НА ЗАВТРА		15.04.2019	
ПАСПОРТ ЭЛЕМЕНТА ЗДАНИЯ		ОКОНЧАНИЕ	
Идентификатор	242692	П-4	2,38
Марка	Объем м3	Площадь м2	Длина мм
Уровень	2	6	2160
Устройство железобетонных стен и перегородок высотой: до 3 м, толщиной 500 мм			
http://codedream.ru/uid/246461/ GUID код - ссылка на сайт		НА ОБЪЕМ	
ИСПОЛНЕНИЕ «ТИМ Модели»		Затраты труда рабочих 3,18 чел.-ч.	
подрядчик - заказчик КС-2	ДА	НЕТ	Средний разряд работы 3,2
подрядчик - заказчик КС-3	ДА	НЕТ	Затраты труда маш.крана 48,26 чел.-ч.
отмечается на исполнительной ТИМ Модели		Фирменная Элементная Стоимость предприятия (ФЭСп)	
Затраты труда рабочих 0 чел.-ч.		Затраты труда машинистов 0 чел.-ч.	
превышение 0		Выше	
нормально 0,00		ниже	
ФАКТИЧЕСКИЙ		Бюджет	
Вода м3 0,124 2,95		Ветров А.И.	
Электроды диаметром: 4 мм т 0,2 4,76		МАСТЕР	
Болты с гайками и шайбами т 0,09 2,14		Петров Ю.А.	
Газоды строительные т 0,051 1,21		Соболев	
Известь строительная: негаш т 0,041 0,98		Затраты труда рабочих чел.-ч.	
Бруски обрезные хвойных по м3 0,14 0,003		Затраты труда машинистов чел.-ч.	
Доски обрезные хвойных по м3 1,55 0,04		Инвентарь:	
Щиты: из досок толщиной 25 м2 74 1,76		учетное время производства	
Бетон м3 101,5 2,42		затрачено всего 0 часов	
Арматура т 10,1 0,024		время начала часов	
дата размещения		время окончания часов	
наименование объекта		21-й этажный жилой дом с магазином на 1-ом этаже	
адрес размещения		И. Члены, Комсомольский р-н 10/071	

Нормативное время	Удельная часть	время
Дата начала:		
Дата окончания:		
Разряд «Подготовка Строительного Производства»		
на уровне		
Затраты труда рабочих	1,31 чел.-ч.	
Средний разряд работы	3,2	штырь связи на уровне: Мастер
Затраты труда машинистов	20,07 чел.-ч.	
Состав работ по нормам:		
01. Раскрой и установка брусков и досок.		
02. Установка штыря шпильки.		
03. Установка элементов опалубки: боковые и угловые.		
04. Установка и сварка арматуры.		
05. Установка бетонной смеси.		
МАТЕРИАЛЫ - затраты и для сметания на единицу измерения:		
Нормативная Ед.изм. Рн	м3 100	на 1 м3
на объем		
Вода	м3 6,124	1,24 л 2,95
Электроды диаметром: 4 мм	т 0,2	2,0 кг 4,76
Болты с гайками и шайбами	т 0,09	0,9 кг 2,14
Газоды строительные	т 0,051	0,5 кг 1,21
Известь строительная: негаш	т 0,041	0,4 кг 0,98
Бруски обрезные хвойных по	м3 0,14	0,003 м3 0,003
Доски обрезные хвойных по	м3 1,55	0,04 м3 0,04
Щиты: из досок толщиной 25	м2 74	1,76 м3 1,76
Бетон	м3 101,5	1,02 м3 2,42
Арматура	т 10,1	0,01 кг 0,024
21-й этажный жилой дом с магазином на 1-ом этаже		
Особые условия		
НОРМАТИВНЫЙ БЛОК		

Рисунок 1. Паспорт элемента (составлено авторами)

Основанием всего процесса служит «Наряд на завтра», обеспеченного всем на конкретное завтра. Этот «Наряд» может быть единственным или частью «Аккордного наряда на такие же идентичные работы». У каждого Наряда имеется конкретный Исполнитель. Наряд имеет два раздела — «наряд на производство» и конкретный «нормативный блок».

При этом это не какой-то абстрактный наряд — а задание на производство конкретного реального «элемента здания» из которого собирают здание на строительной площадке в строго отведенном месте — по проектному адресу — по месторасположению в проекте — назовем его для примера — «строительный ID адрес». Обратите внимание, что при всех обстоятельствах сборки элементов в различные образования — где основой служит конкретный «элемент здания» на производство — «на здесь и сейчас».

Результаты и обсуждение

Имеется возможность сводить одинаковые по производству — различных по объему — т. е. идентичных по производству — в конкретные «сборки элементов здания», на производство которых выдается «Аккордный наряд» на идентичные работы определенной части здания, применительно к рассматриваемому одноподъездному жилому дому наиболее оптимальным разделением будет — этаж.

Так же, при создании строительной информационной модели инженеру нужно определить, что будет являться идентичной работой. В настоящее время определены 2 группы элементов:

1. Строительные конструкции, изготавливаемые на строительной площадке, такие как каменная кладка, монолитные конструкции, рулонная кровля, измеряемые в m^3 и m^2 .
2. Конструкции заводского изготовления, элементы, поставляемые на объект готовыми изделиями, такие как колонны, балки, стеновые элементы, вентиляционные шахты, элементы лестничных маршей, плиты перекрытия. Количество которых можно определить в штуках, и при создании проектной информационной модели здания каждый элемент создается с уникальным ID номером.

Чем более будет детализирована Конструкция, больше данных в свойствах конструктивного элемента, тем выше возможности организовать и проконтролировать строительный процесс, точнее выполнить работы, осуществить строительный контроль, наполнить данными как исполнительную модель, так и последующую эксплуатацию здания.

Очевидно, что описание базовых уровней проработки элементов ЦИМ LOD 400 для рабочей документации и проектов производства работ, согласно Свода правил СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла», будет иметь лишь минимально-утвержденный уровень проработки.

Требования детализации строительной информационной модели будет определяться системой организационно-технологической подготовки и менеджмента строительства подрядной организации, либо техническими требованиями заказчика, имеющего накопленный опыт строительства и свою собственную систему организации и управления строительным производством и эксплуатацией зданий, с примерами данного опыта можно ознакомиться в работах [8–10].

Здесь важен баланс между степенью детализации строительной информационной модели и трудозатратами на создание и применение строительной информационной модели, определить этот баланс можно исходя из положительно эффекта от внедрения в организацию процесса управления.

И так — понятие что «Наряд» не абстрактен — он привязан к конкретному реальному «элементу здания» или нескольким элементам — в «аккордном наряде», увязанных на принципе идентичности, согласно Своду Правил СП 301.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла», одинаковых по производству, но различных по объему и размещенных на определенном уровне здания (этаже).

Каждый элемент здания имеет идентификатор и соответствующий QR код, а также наполнение необходимыми данным данными по их строительному производству, размещёнными в хранилище данных.

Идентификатор уникален по отношению к конкретному «элементу здания» и ассоциирован со всей информацией по данному элементу здания. С этим же идентификатором ассоциируются вся история элемента здания — от Проекта — по «ID коду — проектному» и по «ID коду строительному его размещения» и «QR коду наполнения данными по строительному производству».

Основа системы: интерактивный «Паспорт элемента здания», который содержит всю доступную из BIM-модели информацию о соответствующем элементе здания, имеет уникальный идентификатор и данные о местоположении на возводимом объекте.

Регламент по исполнению «Наряда на работу» должен иметь статус обязательного — если работа находится на «критическом пути». Все остальные Наряды выполняются согласно выданного в производство «Наряда» в порядке, установленном на строительном участке «Наряда с зеленой полосой», имеющего запас времени. Любой наряд может приобрести статус «красный», если он попадает на критический путь. При этом процесс должен происходить в автоматическом режиме.

Необходимо ввести в практику трехуровневую систему по выдаче Нарядов в производство.

- Наряд — находящейся на «критическом пути» — должен иметь «красную полосу».
- Наряд — с желтой полосой — если не взять его под контроль — может быть сорван.
- Наряд — с «зеленой полосой» — как обычный имеющего резерв времени.

Аналогичный подход применяется в машиностроении, где на рабочем месте загорается сигнал тревоги — исполнителем. Дополнительные затраты ресурсов на отладку такой системы в рамках подрядной организации обосновываются выигрышем от своевременной сдачи Договорного объекта с необходимым уровнем качества.

В данной системе предполагается, что — «Наряд с красной полосой» должен быть выполнен с наивысшим приоритетом и любыми доступными ресурсами.

Статус «красного наряда» должен быть обговорен с исполнителем как обязательный и безоговорочный. Обеспечить данный статус возможно дополнительным Приказом, с которым исполнители должны согласиться. Такое положение может быть оговорено и при найме на работу.

НАРЯД НА ЗАВТРА				15.04.2019		состояние			
ПАСПОРТ ЭЛЕМЕНТА ЗДАНИЯ				НАЧАЛО		ОКОНЧАНИЕ			
242692		П-4	2,38	6	2160	Уровень 2			
ID код		Марка	Объем м3	Площадь м2	Длина мм	Уровень			
код производства		Устройство железобетонных стен и перегородок высотой: до 3 м, толщиной 500 мм							
06-01-031-05									
http://codedream.ru/uid246461/				НА ОБЪЕМ					
GUID код - ссылка на сайт				Затраты труда рабочих		3,18 чел.-ч.			
ИСПОЛНЕНИЕ «ТИМ Модели»				Средний разряд работы				3,2	
ПОДРЯДЧИК - заказчик КС-2		ДА	НЕТ	Затраты труда маш.крана		48,26 чел.-ч.			
ПОДРЯДЧИК - заказчик КС-3		ДА	НЕТ	Фирменная Элементная Стоимость предприятия (ФЭСв)					
отмечается на исполнительной ТИМ Модели				Затраты труда рабочих		0 чел.-ч.			
КОМПЛЕКТОВОЧНАЯ		норма ед.	на объект	превышение		0 выше			
Вода	м3	0,124	2,95	нормально		0,00 ниже			
Электроды диаметром: 4 мм	т	0,2	4,76	ФАКТИЧЕСКИЙ					
Болты с гайками и шайбами	т	0,09	2,14	Затраты труда рабочих		чел.-ч.			
Гвозди строительные	т	0,051	1,21	Средний разряд работы					
Известь строительная: негаш.	т	0,041	0,98	Затраты труда машинистов		чел.-ч.			
Бруски обрезные хвойных пор.	м3	0,14	0,003	ментарии:					
Доски обрезные хвойных пор.	м3	1,55	0,04						
Щиты: из досок толщиной 25	м2	74	1,76	учетное время производства					
Бетон	м3	101,5	2,42	затрачено всего		0 часов			
Арматура	т	10,1	0,024	время начала		часов			
дата окончания				время окончания		часов			
Наименование объекта		21-ти этажный жилой дом с магазином на 1-ом этаже							
Адрес размещения		И Члены, Ижевский в-н 10/71							

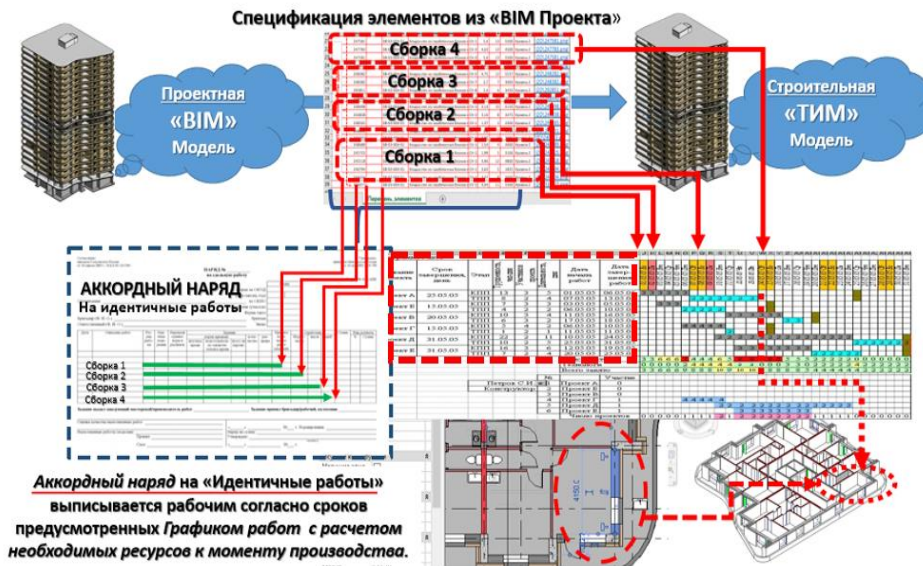
Рисунок 2. Цветовая индикация статуса (составлено авторами)

Паспортизация всех элементов здания необходима как основа разработки модели строительства. Она упорядочит как процесс подготовки, так и само производство, создаст предпосылки для преобразования строительного процесса в конвейерный принцип детального планирования.

Процесс Паспортизации производится на момент востребованности — на здесь и сейчас. Практически выходная форма из BIM Проекта в виде «спецификации элементов здания» формируется автоматически из базы данных всех элементов BIM-модели возводимого здания. Создание «Паспорта элемента в считанные минуты — где матрица «Паспорта при переносе строки из «Списка элементов здания» размещается на ступе сборки «Паспортизации элементов здания» на здесь и сейчас.

Процедура формирования «Нарядов на производство» из исходных данных из BIM Проекта предоставлена схемой на рисунке 3. Характерной особенностью предлагаемой системы является принцип невозможности упустить элемент здания из поля зрения, в первую очередь инженера ПТО ответственного за Паспортизацию. Список элементов не зависит от человеческого фактора — автоматизированный сценарий обработки BIM модели обеспечит формирование перечня из всех элементов BIM модели.

В следующей схеме предоставлена также матрица формирования Графика строительного производства, где каждый элемент или сборка элементов здания, должна иметь время производства. Степень значимости определяется последовательностью и технологией производственного процесса.



Пояснительная:
На схеме предоставлен:
Принцип организационных мероприятий по реальной организации строительного производства на базе выходной формы из BIM Проекта в формате Excel наполнения где все без исключения **«элементы здания»** собраны по идентичному принципу, т.е. одинаковых по строительному производству в Сборки или Захватки.
Безусловно - самостоятельно Элементы здания не всегда могут быть использованы самостоятельно т.к. могут отражать реально довольно мелкую процедуру строительного производства, однако вся система проектирования и строительства построена на принципах этой составляющей Проекта.

Рисунок 3. Организация мероприятий по возведению элементов BIM-модели (составлено авторами)

Ниже приведен алгоритм применение технологии на примере строительства многоквартирного трёхэтажного жилого дома, который состоит из этапов:

- *утверждение целевого графика с заказчиком;*
- *расчёт состава бригады.*

Алгоритм утверждение целевого графика с заказчиком

График производства работ чаще всего оформляется в виде приложения к договору подряда. График составлен в виде диаграммы гранта в программе Microsoft Project. на основании физических объёмов работ и принятых организационных и технологических решений устанавливаются целесообразная последовательность, взаимная увязка и сроки выполнения работ по строительству объектов, а также документы, определяющие потребность строительства в рабочих кадрах, материальных, технических и других видах ресурсов.

Алгоритм проектирования календарного плана работ производиться в следующей последовательности:

- производиться анализ исходных данные для проектирования;
- определяется состав номенклатуры (перечень) строительных и монтажных процессов, необходимых для строительства объекта;
- расчет объёмов на каждый вид работ;
- выбираются оптимальные методы производства работ с назначением ведущей (основной) строительной машины;
- определяется необходимое количество трудозатрат на каждый вид работ;
- определяется потребность в машиносменах ведущих машин;
- выявляется технологическая последовательность ведения работ;
- устанавливается сменность работ;

- определяется продолжительность отдельных строительных и монтажных работ и возможность их совмещения между собой;
- корректируется число исполнителей и сменность;
- осуществляется сопоставление расчётной производительности с нормативной и вводятся необходимые коррективы;
- на основе разработанного календарного плана строятся графики потребности в материальных ресурсах и способы их обеспечения.

Алгоритм расчёта состава бригады

Алгоритм расчёта состава бригады производится в следующей последовательности:

- определяется комплекс работ под бригаду;
- рассчитывается трудоёмкость данных работ;
- по единым нормам и расценкам определяются затраты труда по профессиям и разрядам;
- устанавливаются рекомендации по рациональному совмещению профессий;
- определяется численный состав бригады и звеньев.

В комплекс работ, поручаемых бригаде, включаются все работы, необходимые для бесперебойной работы ведущей строительной машины; все технологически связанные и зависимые работы.

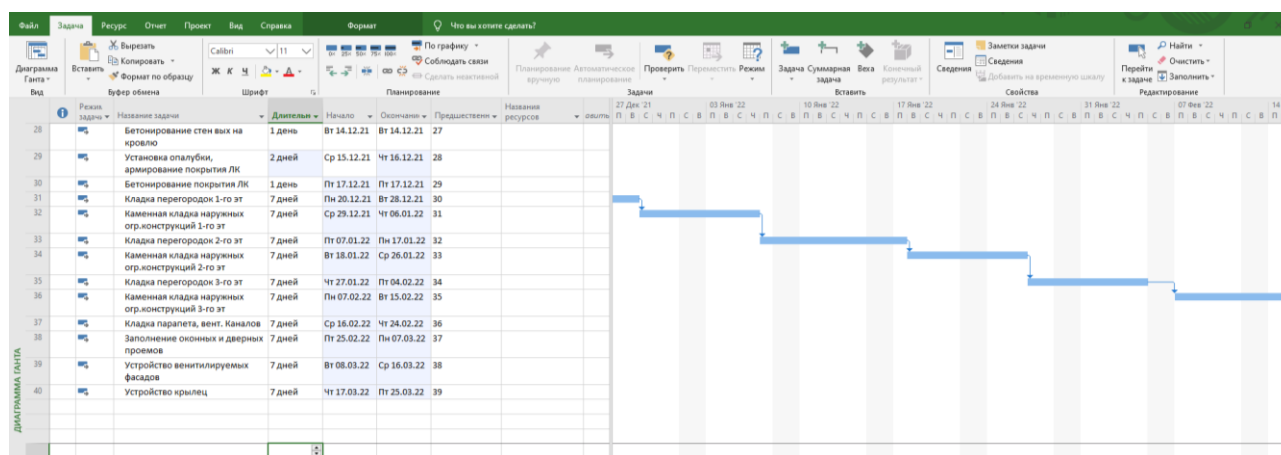


Рисунок 4. Разработка 4D модели всего объекта в соответствии с проектной BIM-моделью и целевым графиком (составлено авторами)

Используя ПО для проверки проектов Navisworks®, одной из функций которой является Управление графиками и расходами с помощью 4D- и 5D-моделирования, Инструментом 4D-моделирования TimeLiner анимирован процесс взведения здания.

Разработка нарядов Завтрашнего дня (Аккордных нарядов) производится в системе согласно календарному графику производства работ на выбранный временной промежуток либо конструктивный элемент (группу элементов).

Выводы

Таким образом, применение BIM-ориентированной парадигмы организации строительного производства (при использовании алгоритмов проектирования календарных планов и расчетов состава бригады), обеспечивает принципиальную совместимость с Индустриализацией 4.0, а также создаёт стратегические предпосылки для цифровизации всей отрасли строительной индустрии в таком формате, когда будет обеспечен полный цикл.

ЛИТЕРАТУРА

1. Akhmetov, F. Building management using information modeling technology / F. Akhmetov, K. Islamov, S. Sovkov // E3S Web of Conferences, Chelyabinsk, 17–19 февраля 2021 года. — Chelyabinsk, 2021. — P. 09047. — DOI 10.1051/e3sconf/202125809047.
2. Ахметов, Ф.М. Информационное моделирование строительства / Ф.М. Ахметов, К.Ф. Исламов // Строительное производство. — 2020. — № 1. — С. 115–118.
3. Лустина, О.В. Использование BIM-технологий в современном строительстве / О.В. Лустина, Н.А. Бикбаева, А.М. Купчехов // Молодой ученый. — 2016. — № 15(119). — С. 187–190.
4. Талапов, В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий / В.В. Талапов. — Москва: ДМК Пресс, 2011. — 393 с.
5. Петров К.С. Проблемы внедрения программных комплексов на основе технологий информационного моделирования (BIM-технологии) / К.С. Петров, В.А. Кузьмина, К.В. Федорова // Инженерный вестник Дона. — 2017. — № 2(45). — С. 89.
6. Черных М.А. BIM-технология и программные продукты на его основе в России / М.А. Черных, Н.М. Якушев // Вестник ИЖГТУ имени М.Т. Калашникова. — 2014. — № 1(61). — С. 119–121.
7. Шарманов В.В. Трудности поэтапного внедрения BIM / В.В. Шарманов, А.Е. Мамаев, А.С. Болейко, Ю.С. Золотова // Строительство уникальных зданий и сооружений. — 2015. — № 10(37). — С. 108–120.
8. Volkov A. Information Management in the Application of BIM in Construction. the Roles and Functions of the Participants of the Construction Process / A. Volkov, P. Chelyshkov, D. Lysenko // Procedia Engineering. — 2016. — Vol. 153. — P. 828–832. — DOI 10.1016/j.proeng.2016.08.250.
9. Грахов В.П. Совершенствование организации проектных работ путем внедрения технологий информационного моделирования зданий / В.П. Грахов, С.А. Мохначев, П.Е. Манохин, А.Х. Иштряков // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 1-1. — С. 615.
10. Чурбанов А.Е. Влияние технологии информационного моделирования на развитие инвестиционно-строительного процесса / А.Е. Чурбанов, Ю.А. Шамара // Вестник МГСУ. — 2018. — Т. 13. — № 7(118). — С. 824–835. — DOI 10.22227/1997-0935.2018.7.824-835.

Islamov Kamil Faritovich

Kazan (Volga) Federal University
Naberezhnye Chelny Institute (branch), Naberezhnye Chelny, Russia
E-mail: kam@kambox.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=805343

Ahmetov Fril Mirzanurovich

Kazan (Volga) Federal University
Naberezhnye Chelny Institute (branch), Naberezhnye Chelny, Russia
E-mail: FrMAhmetov@kpfu.ru
Google Scholar: <https://scholar.google.ru/citations?hl=ru&user=o1WBOG4AAAAJ>

Sovkov Sergey Anatolevich

Kazan (Volga) Federal University
Naberezhnye Chelny Institute (branch), Naberezhnye Chelny, Russia
E-mail: ssa_i@mail.ru

Novoselov Oleg Gennadevich

Kazan (Volga) Federal University
Naberezhnye Chelny Institute (branch), Naberezhnye Chelny, Russia
E-mail: shi-set@mail.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=797664

Gafiatulin Harbil Galimovich

Kazan (Volga) Federal University
Naberezhnye Chelny Institute (branch), Naberezhnye Chelny, Russia
E-mail: HGGafiatulin@kpfu.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=799088
WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/H-4481-2016>
Google Scholar: https://scholar.google.ru/citations?view_op=list_works&hl=ru&user=LouwJqoAAAAJ

The use of the "Construction conveyor" technology in the construction of a multi-apartment three-story residential building

Abstract. An evolutionary model for managing methods and access to managing all cycles of construction production is proposed in the paradigm of element-by-element and minute-by-minute organization of construction work based on construction BIM models. The proposed system includes the proposed methods and approaches to the organization of work, which will provide element-by-element forecasting of buildings with a near-term perspective of planning detail within the framework of the global work flow diagram.

The concept of “Outfit for tomorrow” is introduced, which is a task for the production of a real “building element” with a “construction address identifier” assigned to it. A three-level system for issuing work orders in production is proposed, which is based on the path and time reserve. The authors return the used “Work Order” color indication when running the model.

In organizing events to attract representatives of public authorities, it is proposed to present the creation of “Production Orders”. In this procedure, a list of elements independent of human inflammation is a natural scenario for processing information about building a model providing a list from all given elements of the model.

The authors of the algorithm for applying technologies for the construction of a three-story residential building. This algorithm consists of basic elements, such as “approval of the target schedule with the customer” and “calculation of the composition of the team”.

A four-dimensional model of the entire facility was developed in accordance with the design model of the opening of the building and the target schedule.

The result of obtaining the coverage model of the information intrusion protection detection system is the fixation of the parameters of the actual work performed and the resources spent.

Keywords: 4D and 5D modeling; BIM models; information modeling; outfit for tomorrow production orders; in-line construction; construction conveyor