

Методика автоматизации работ по проекту организации строительства с получением календарного плана и графика финансирования.

*В.Д. Зорин, М.А. Юдин, Л.В. Власов, Д.А. Попов, Т.Я. Гасанов,
Волгоградский государственный технический университет. Институт
Архитектуры и строительства, Волгоград.*

Аннотация: В данной статье предложен способ автоматизации работ по разработке календарного плана строительства на базе BIM-модели. В качестве примера был использован проект нефтяной кустовой площадки, разработанный ООО «ВолгаТЭКинжиниринг» в Ханты-Мансийском автономном округе в 2019 году.

Ключевые слова: строительство, информационное моделирование зданий, BIM, 3D, 4D, 5D, календарный график, смета.

В настоящее время происходит революция в проектировании, а именно - переход к информационному моделированию и использованию для этих целей специального программного обеспечения [1].

Информационное моделирование зданий (BIM) на сегодняшний день представляет современный подход к визуализации и сбору различных данных о здании и сооружении на всех этапах жизненного цикла [2,3]. Также информационное моделирование позволяет осуществить комплексную обработку представленной в трехмерном виде архитектурной, конструкторской, технологической и инженерной информации.

В настоящее время BIM-моделирование становится обязательным для многих объектов. При этом совершенствуется законодательная база, на рынке появляется соответствующее программное обеспечение, все больше требований к BIM предъявляется на этапе экспертиз и строительства объектов.

По своей структуре и содержанию, технологии BIM-проектирования - это системы, поддерживающие параметрическое моделирование, суть которых заключается в параметризации всех элементов, входящих в модель строительного объекта [4]. Параметры определяют связь каждого элемента

модели с другими элементами, и одним из главных преимуществ такого рода программ является учет даже их малейших изменений.

На рынке для визуализации и построения моделей есть множество программ – от бесплатных приложений до профессиональных платформ. Наиболее актуальным на сегодняшний день является вопрос обработки данных BIM-программ с целью автоматизированного получения календарного плана строительства, так называемая 4D-технология. С ее появлением существующие программы по наглядному представлению построения моделей дополнятся таким важным параметром, как время. Данная составляющая позволит наиболее полно и эффективно производить расчеты, что, в свою очередь, приведет к существенному снижению рисков и увеличению производительности путем экономии ресурсов

В основном для визуализации последовательности выполнения строительных работ используются программы моделирования, такие, как Autodesk Navisworks, Bentley Navigator, с помощью которых есть возможность прикрепить к графику работ трехмерную модель объекта, импортированную, например, из Microsoft Project. Рассчитанная последовательность затем проигрывается в виде ролика на экране [5].

Одной из ключевых особенностей таких программ является возможность по мере осуществления хода строительства вносить не только планируемые даты производства работ, но и фактические даты, выявляя отклонения факта от плана, и показывая при этом заказчику, кто конкретно виноват в срыве сроков строительства и перерасходе бюджета проекта [6].

Аналогичные программные комплексы имеют существенное преимущество перед типовым представлением проекта в виде бумажных расчетов и графиков и весьма полезны для презентации коммерческого предложения, поиска потенциальных инвесторов или на начальных этапах

планирования.

Все преимущества 4D-планирования раскрываются при необходимости постоянно уточнять и корректировать графики работ.

Цифровая информационная модель применяется на всех этапах жизненного цикла объекта строительства, и каждому этапу соответствует определенный набор требований. Одним из заключительных этапов, который следует после этапа проектирования, является определение сметной стоимости. Он идет, когда уже определены архитектурные, технические и технологические проектные решения. Данные требования изложены в СП 333.1325800.2020 «Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла».

Помимо этого, во время использования информационной модели для определения сметной стоимости, кроме требований по созданию семейств необходимо преждевременно предусмотреть дополнительные требования. Принимая во внимание обозначенное выше, создатели программного обеспечения модулей для интеграции средств информационного моделирования и сметных программ, начали реализовывать данные требования. При этой реализации появилась возможность развивать 5D-технологии. 5D-BIM — это связь информационной модели здания или сооружения с общей стоимостью проекта. 5D-BIM является технологией, позволяющей извлечь анализ затрат на любом этапе строительства.

В идеале, эта модель должна позволять автоматически формировать смету [7,8].

Однако при внедрении BIM - моделирования возникает ряд проблем, как технологических, так и организационных [9]. Одним из таких вопросов является разработка в составе проектной документации по постановлению №87 раздела «Проекта Организации строительства» (ПОС). Требования к постановлению №87 в целом, и к разделу ПОС в частности, были

разработаны и утверждены в 2008 году, и не предполагали использование цифровых моделей.

До настоящего времени во многих проектных институтах в момент разработки ПОС, цифровой модели либо не существует, либо она разработана в неполном виде, т.е. в ней отсутствует большой пласт информации. В этой связи один из главных элементов ПОС - календарный план строительства, получается укрупнённым, выполненным по аналогам.

ПОС, как составная часть прошедшей экспертизу, утвержденной проектной документации служит базисом, на основании которого разрабатывается ППР (проект производства работ) на отдельные виды строительных и монтажных работ. Длительностью строительства объекта, рассчитанной в ПОС согласно нормативам, обосновывается продолжительность действия разрешения на строительство, для продления которого потребуются достаточно веские основания.

К основным решениям, принимаемым на стадии разработки стройгенплана, входящего в состав ПОС, относятся:

- конструкция ограждения стройплощадки;
- расположение бытового городка с подводом временных сетей водопровода, теплоснабжения, канализации;
- расположение складских площадок для складирования материалов открытого хранения;
- трассировка временных автомобильных дорог к стройплощадке, а также по ее территории;
- выбор типа основных грузоподъемных механизмов (башенных, автомобильных, гусеничных, пневмоколесных), их требуемые грузовысотные характеристики, пути движения, опасная зона.

Разработанный ПОС становится документом, где заложены основные технологии, детализирующиеся в ходе разработки ППР.

В данной статье мы рассмотрим проект «Обустройство кустовой площадки нефтяного месторождения», разработанный в ООО «Волгограднефтепроект», в котором для расчета приняты следующие исходные данные:

- продолжительность вахты – 15 дней;
- продолжительность рабочей смены на вахте – 11 ч в одну смену;
- продолжительность рабочей недели на вахте – шесть дней;
- продолжительность межвахтового отдыха – 15 дней;
- количество выходных в неделю – один день (воскресенье);

Так же нам известны объемы работ (1 этап строительства):

- Площадка блока измерения;
- Площадка блока распределительной гребенки;
- Площадка установки дозирования химреагента;
- Площадка энергоцентра с КТП;
- Дренажная емкость;
- Технологические сети;
- Сети электрические;
- Сети автоматизации;
- Сети ПЛК.

Одной из составляющей цифрового проекта организации строительства является полноразмерная 3D-модель здания или объекта. В данном случае проект был спроектирован и построен на основе BIM-модели, реализованной в «CAD Worx». На рис.1 представлен внешний вид модели.

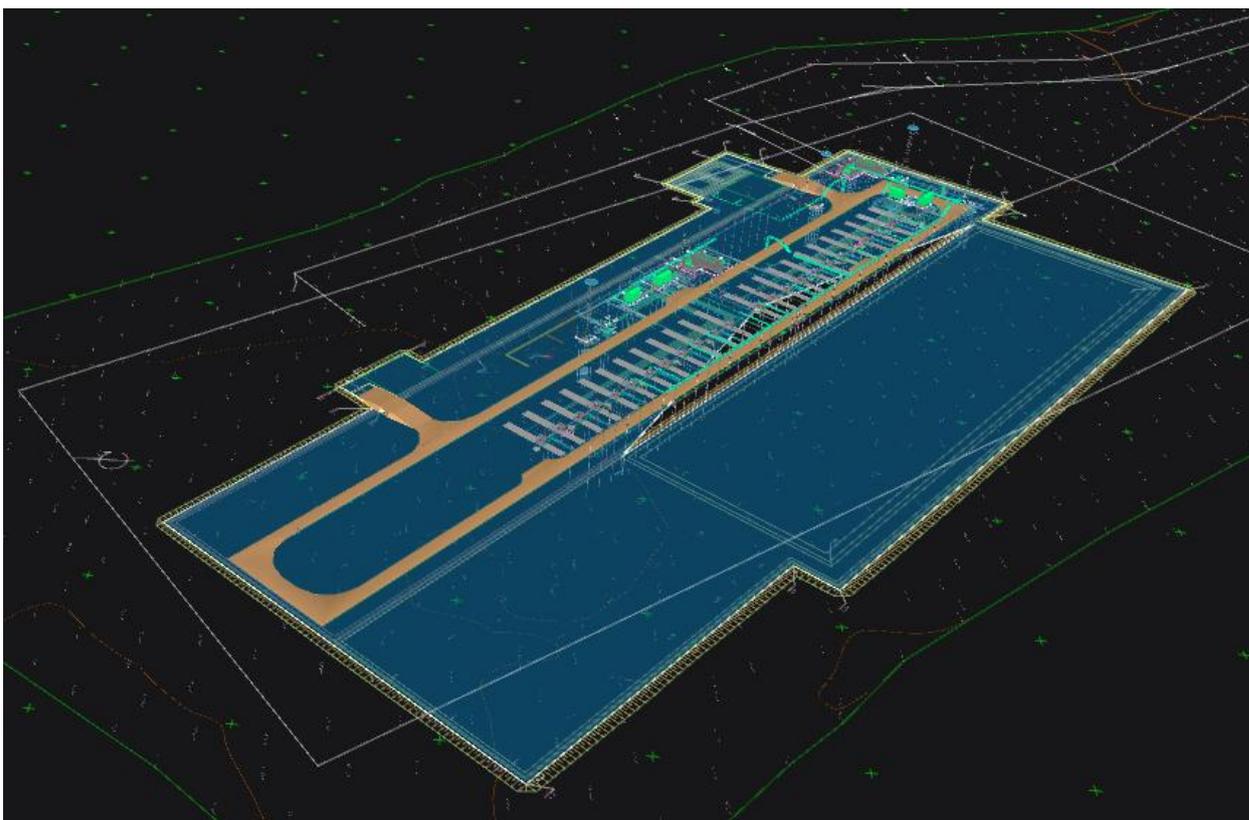


Рис. 1. – Внешний вид объекта строительства.

На основании полученной 3D-модели можно получить спецификацию на любой участок строительства. Для примера получим следующую спецификацию на участок трубопровода (рис.2).

Поз	Кол-во	DN, мм	Номер линии	Описание	Сумм. длина, мм	Сумм вес, кг
2	1	150x100	150-OUR GOST	Тройник П159х6.0-108х5.0-20 ГОСТ 17376-2001	-	6,6
3	1	150		Труба 159х6.0 ГОСТ 8732-78*/ В 20 ГОСТ 8731-74*	11308	256,01
4	3	150		Отвод П90-159х6.0-20 ГОСТ 17375-2001	-	24,3
5	1	150		Задвижка клиновая DN150, PN 40 кгс/см ² , сталь 20Л, ТУ 3741-003-54634853-2008	403	118

Рис. 2. – Спецификация на участок трубопровода

На основании полученной спецификации определяем перечень и объем работ, а также определяем последовательность работ (Рис 3).

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН										
Обустройство кустовой площадки на 1 этап (наименование действий совершаемых при выполнении договора)										
Работа	Объем работ		Затраты труда, чел.-дн.	Требуемые машины			продол- житель- ность работы, дн	Число смен	Числен- ность рабочих в смену	Состав бригады
	Единица измерения	Кол-во		Наименование						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Монтаж технологических трубопроводов на площадке куста скважин										
Монтаж приборов и средств автоматизации										
Наружное освещение площадки			0,00	° Краны на автомобильном ходу при работе на монтаже технологического оборудования 10 т ° Вышка телескопическая 25 м ° Установки для сварки ручной дуговой (постоянного тока) ° Автомобили бортовые, грузоподъемность до 8 т	° 0,02 ° 0,86 ° 0,07 ° 0,02	0,87	1			
Монтаж заземления										
Обустройство площадки блока измерительных линий										

Рис. 3. – Последовательность работ.

На базе плагина ПО «Гранд Смета» в «МО Excel» реализуется 4D (КП строительства), основанный на информации из BIM-модели (рис.4).

№ п/п	№ гр.	Работы (обоснование, наименование, объем, измеритель)	Трудоёмкость (Q)	Машиноёмкость (N)				Смен	Число исполнителей	250 календарных дней, в т.ч. 214 рабочих дней	Работы с 01.06.2019 по 05.02.2020	Состав звена								
1	2	3	нормативная чел/час	принятая, чел/дн	наименование	кол-во машин	нормативная маш/час	принятая, маш/смен	в сут. (п)	Продолжитель (Т)	Задержка	Дата начала работ	Дата окончания работ							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Рис. 4. – Скриншот плагина. Общий вид.

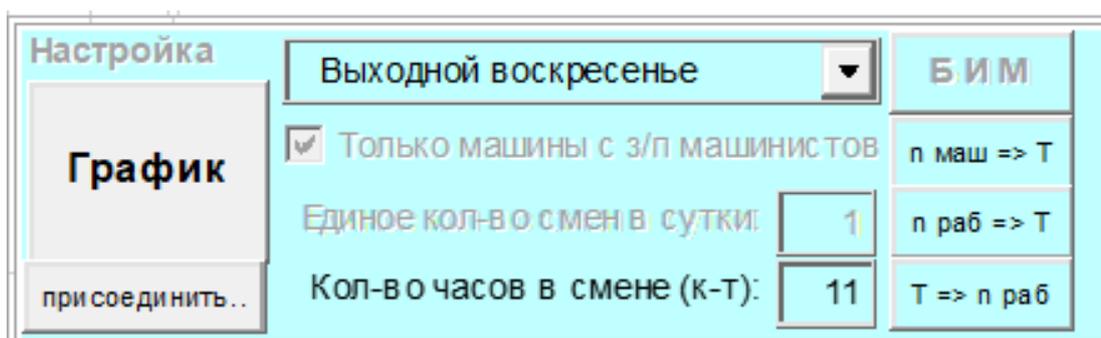


Рис. 5. – Панель «Настройка»



Рис. 6. – Панель «Последовательность»

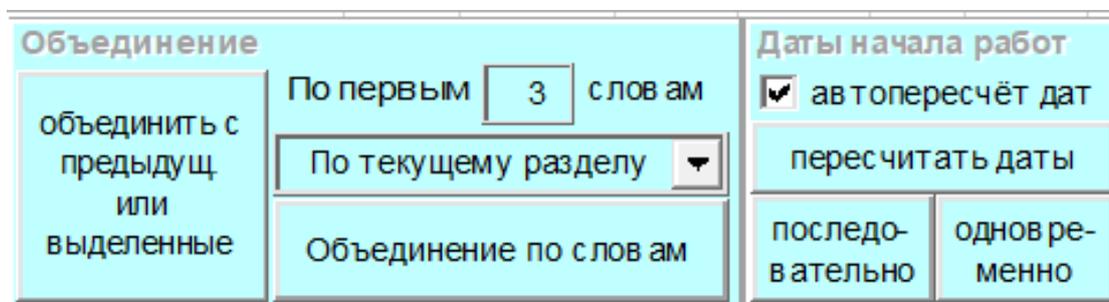


Рис. 7. – Панель «Объединение» и «Дата начала работ»

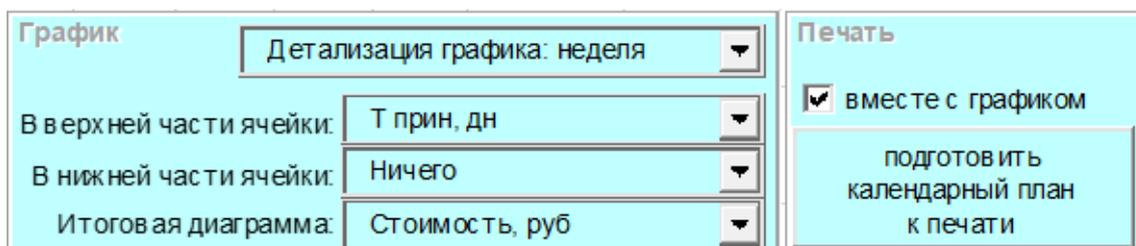


Рис. 8. – Панель «График» и «Печать»

Вывод

Согласно ежегодным цифровым опросам NBS, современные методы строительства сейчас на подъеме [10]. Поэтому предложенный метод



автоматизации работ по проекту организации строительства с получением календарного плана и графика финансирования позволяет увязать данные трёхмерной модели с программным обеспечением «ГРАНД-Смета», что позволило автоматизировать календарный план, и управлять стоимостью, а также длительностью возведения объекта строительства

Литература

1. Елин Д.А., Макаров А.Д., Мышков Е.С. Революция в строительном проектировании // Инженерные и социальные системы: сборник научных трудов института архитектуры, строительства и транспорта ИВГПУ. – Иваново: Ивановский государственный политехнический университет, 2020. – С. 32-36.
2. Hamid A., Carrie S. Dossick. BIM curriculum design in architecture, engineering, and construction education: a systematic review // Journal of Information Technology in Construction (ITcon). Vol. 21. Pp. 250—271. URL: gridd.etsmtl.ca/publications/atelier-bim-education-research-2016/references/BIM%20Curriculum%20Design%20in%20AEC%20Education%20-%20A%20Systematic%20Review.pdf.
3. Barison M., Santos E. BIM Teaching: Current International Trends // Gestão & Tecnologia de Projetos. 2011. № 6(2). Pp. 67—80;
4. Петров К.С., Кузьмина В.А., Федорова К.В. Проблемы внедрения программных комплексов на основе технологий информационного моделирования (BIM-технологии) // Инженерный вестник Дона, 2017, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4057.
5. Дикман Л.Г. Организация строительного производства Издание пятое. Москва: Ассоциации строительных вузов, 2006. 237-238 с.
6. Горчханов Ю.Я., Николенко Н.С., Гущина Ю.В. Организационно технологические особенности управления строительными проектами

- на основе BIM-моделирования. // Инженерный вестник Дона, 2019, №9.
URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6210.
7. Талапов В.В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК Пресс, 2015. 410 с.
8. Никитина Е.А. Внедрение BIM-технологий в сметную документацию. // Инженерный вестник Дона, 2020, №12.
URL: ivdon.ru/magazine/archive/n12y2020/6725.
9. Игнатъев А. В., Боркунов В. А., Рябова Е. А., Панов А.В., Иванов В.В., Адамия Д.Д. Разработка методики формирования сметы строительного объекта на основе его информационной модели // Инженерный вестник Дона. 2021. № 12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2021/7352;
10. Hamil S. What is BIM? URL: thenbs.com/knowledge/what-is-building-information-modelling-bim.

References

1. Elin D.A., Makarov A.D., Myshkov E.S. Revoljucija v stroitel'nom proektirovanii [Revolution in building design]. Inzhenernye i social'nye sistemy: sbornik nauchnyh trudov instituta arhitektury, stroitel'stva i transporta IVGPU. Ivanovo, Ivanovskij gosudarstvennyj politehničeskij universitet, 2020. Pp. 32-36.
2. Hamid A., Carrie S. Dossick. Journal of Information Technology in Construction (ITcon). Vol. 21. Pp. 250—271. URL: gridd.etsmtl.ca/publications/atelier-bim-education-research-2016/references/BIM%20Curriculum%20Design%20in%20AEC%20Education%20-%20A%20Systematic%20Review.pdf.
3. Barison M., Santos E. Gestão & Tecnologia de Projetos. 2011. № 6(2). Pp. 67—80.
4. Petrov K.S., Kuz'mina V.A., Fedorova K.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4057.



5. Dikman L.G. Organizacija stroitel'nogo proizvodstva Izdanie pjatoe [Organization of construction production Fifth edition]. Moskva: Associacii stroitel'nyh vuzov, 2006. Pp. 237-238.
6. Gorchhanov Ju.Ja., Nikolenko N.S., Gushhina Ju.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6210.
7. Talapov V.V. Tehnologija BIM: sut' i osobennosti vnedrenija informacionnogo modelirovanija zdaniy [BIM technology: the essence and features of the implementation of building information modeling]. M.: DMK Press, 2015. P. 410.
8. Nikitina E.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, №12. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n12y2020/6725.
9. Ignat'ev A. V., Borkunov V. A., Rjabova E. A., Panov A.V., Ivanov V.V., Adamija D.D. Inzhenernyj vestnik Dona. 2021. № 12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2021/7352;
10. Hamil S. What is BIM? URL: thenbs.com/knowledge/what-is-building-information-modelling-bim.