

## Методика разработки и анализа исполнительных календарных графиков при комплексном освоении территории

*В.М. Челнокова*

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет*

**Аннотация:** В работе рассматриваются вопросы разработки исполнительных календарных планов, формируемых при осуществлении возведения объектов комплексного освоения территории (КОТ). Комплексное освоение территории предполагает помимо строительства жилых объектов возведение объектов транспортной, коммунальной и социальной инфраструктур. Автором предлагается методика анализа исполнительных календарных графиков (ИКГ) на основе опыта воплощения проектов КОТ. Анализ ИКГ направлен на разработку улучшенных графиков, которые используются при разработке организационно-технологической документации (ОТД) на аналогичные комплексы. Методика позволяет учесть реальные условия строительства объектов и возможности строительно-монтажных организаций, что повышает реализуемость календарных планов в составе ОТД.

**Ключевые слова:** исполнительный календарный график, комплексное освоение территории, причина простоев, улучшенный график, продолжительность работ на объектах.

В настоящее время в строительстве большое внимание уделяется устойчивому развитию [1]. В Градостроительный Кодекс Российской Федерации включено несколько форм комплексного и устойчивого развития территорий – развитие застроенной территории, комплексное освоение территорий, а также комплексное развитие территорий по инициативе правообладателя или органа местного самоуправления. Согласно статье 46.4 п. 1. (введена Федеральным законом от 23.06.2014 N 171-ФЗ), «комплексное освоение территории включает в себя подготовку документации по планировке территории, образование земельных участков в границах данной территории, строительство на земельных участках в границах данной территории объектов транспортной, коммунальной и социальной инфраструктур, а также иных объектов в соответствии с документацией по планировке территории».

Проекты комплексного освоения территории (далее КОТ) в настоящее время широко развиваются в жилищном строительстве [2]. Такие проекты могут осуществляться как для крупных территорий в рамках уже существующих городских поселений, так и для отдельных, независимых территорий, в том числе, заново создаваемых «городов при предприятиях» и «корпоративных городов».

Для успешной организации возведения зданий при комплексном освоении территории необходимо отслеживание и анализ фактического выполнения работ, а также принятие решений при отклонении от запланированных сроков. Научное прогнозирование процессов строительства объектов требует глубокого изучения и анализа имеющегося опыта.

Поэтому для повышения качества планирования работ при организации КОТ необходимо производить сбор и анализ материалов по фактической организации работ и сведение их в исполнительные календарные графики. Исполнительные календарные графики (далее ИКГ) составляют в процессе производства работ по возведению объектов, входящих в проекты комплексного освоения территории. ИКГ представляют собой модель организации фактического выполнения работ, которая может быть подвергнута всестороннему анализу [3].

Ряд работ посвящены сбору данных о реальном осуществлении строительства на основе исполнительных документов. В статье профессора Болотина С.А. говорится о возможности определения продолжительности выполнения работ на основании сбора статистических данных, входящих в исполнительную документацию по строительству, экспертных данных, определяющих выполнимость нормативных условий выполнения работ, и регрессионной обработке итоговых результатов [4]. В статье [5] представлено сравнение баз данных по нормативным трудозатратам для календарного планирования строительства.

---

Способ графического учета хода работ был представлен еще Г.Л. Гантом в 1930 году [6] на основе планового линейного графика. В 60-х годах исполнительные сетевые графики стали применяться для контроля хода работ управляющими строительством. В статье [7] представлены предложения по отображению фактического состояния работ на сетевых графиках. Работы и события отмечаются на сетевом графике сразу после того, как какой-либо факт свершился. Как правило, такие графики составляются укрупненно, не отражают работы отдельных строительных бригад и звеньев на отдельных фронтах работ.

В то же время отображение фактического выполнения работ непосредственно на плановом графике затрудняет проведение детального анализа организации строительства, так как не может в полной мере ответить на основные вопросы организации работ, например, на каком частном фронте какими рабочими выполняются те или иные работы. Кроме того, в процессе строительства возможны значительные отклонения от первоначального графика, что затрудняет фиксацию на нем фактической организации работ.

Авторами [3] в 1967 году предложена методика составления исполнительных сетевых графиков с достаточной степенью детализации. Методика использована на кафедре организации строительства СПбГАСУ (ЛИСИ) при разработке исполнительных календарных графиков на возведение жилых объектов.

Перечисленные методики рассматривают строительство отдельного объекта. При комплексном освоении территории [2] объектов может насчитываться несколько десятков (до 50-60 объектов), соответственно количество подрядных организаций, а также бригад будет значительное. Таким образом, организация работ будет представлять собой комплексный поток [8], составленный из объектных.

---

Предлагается методика формирования исполнительного календарного графика в процессе и по результатам осуществления проекта комплексного освоения территории. Главная задача при этом заключается в выявлении простоев и запаздываний в выполнении работ. Простой представляют собой растяжение ресурсных и фронтальных связей. При анализе объектного потока растяжение ресурсной связи представляет собой простой бригады при переходе с одного частного фронта объекта на другой, растяжение фронтальной связи – простой фронта работ на объекте при невозможности начать следующую работу сразу после окончания предыдущей из-за занятости бригады на предыдущем частной фронте. При КОТ растяжение ресурсной связи будет представлять собой простой бригады при переходе с одного объекта на другой. Таким образом, будем именовать растяжение ресурсной связи как межобъектный простой бригад.

Растяжение фронтальной связи при КОТ определяется изменением совмещения выполнения смежных работ на объектах по отношению к исходному совмещению. При этом совмещение смежных работ на объектах может либо уменьшится, либо появиться запаздывание в начале выполнения следующей работы. Таким образом, будем именовать растяжение фронтальной связи как межобъектный простой фронтов работ. При этом возможны объектные простои бригад и фронтов работ.

Порядок составления исполнительного календарного графика возведения объектов КОТ состоит в следующем:

1. Проводится сбор данных о фактическом выполнении работ на объектах КОТ.
  2. На ИКГ отражаются виды работ, выполняемые на объектах, сроки работы бригад и механизмов.
  3. Показываются переходы бригад с одного объекта на другой, маршруты перемещения основных строительных машин.
-

4. Выявляются простои бригад, механизмов и фронтов работ, определяются их причины.

5. Проводится анализ и улучшение исполнительного календарного графика.

Исполнительные календарные графики составляются непосредственно при отслеживании хода выполнения работ, а также с использованием исполнительной документации [9, 10].

Предлагаемая методика была опробована при отслеживании строительства объектов на одном из жилых кварталов Санкт-Петербурга. Отображение фактического хода работ позволило выявить простои бригад и механизмов, определить их причины и влияние на продолжительности строительства объектов и комплексов. На графике простои могут обозначаться пунктиром, указываются их номера в соответствии с классификацией (таблица №1). Классификация причин простоев проведена по результатам анализа ИКГ жилого комплекса. Определена доля в процентах по каждой причине простоев в общей продолжительности простоев объектов комплекса.

Как показывает анализ, велики простои по причинам несвоевременного материально-технического снабжения, неготовности фронта работ, отсутствия рабочих, неготовность и ошибки в проектной и рабочей документации. Это говорит о необходимости увязки работ во времени и пространстве, взаимосвязи графиков разработки документации и поставки материалов и механизмов с графиками строительно-монтажных работ.

Сравнение исполнительных графиков с плановыми в составе проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР) выявило существенное различие между ними. Значительно отстает от запланированных сроков строительство детских учреждений, торгово-бытовых объектов. Нарушаются очередность строительства, сроки начала

---

возведения и сдачи объектов. Вследствие простоев фронтов работ и превышения сроков выполнения отдельных видов работ, фактическая продолжительность часто превышает запланированную. Продолжительность выполнения подземной части здания превышает плановую в 1,1-1,8 раза, надземной – в среднем в 1,45 раза. Расхождение плановой и фактической продолжительностей по отделочным работам составляет 1,4-2 раза. Продолжительности строительства объектов завышаются в среднем в 1,4 раза.

Таблица № 1

Основные причины простоев при возведении объектов комплексного освоения территории

№ п/п	Основные причины простоев	Доля от общей продолжительностей простоев, %
1	Затопление и обрушение котлована	5-7
2	Отсутствие подъезда для транспорта	2-5
3	Отсутствие электроэнергии	3-8
4	Погодные условия	5-10
5	Отсутствие проектной или рабочей документации, или ошибки в ней	6-14
6	Недоставка конструкций, материалов	15-20
7	Технологические простои	7-15
8	Неисправности или отсутствие механизмов	20-24
9	Отсутствие отопления	4-6
10	Неготовность фронта работ	23-25

Сравнение исполнительных графиков с плановыми в составе проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР) выявило существенное различие между ними. Значительно отстает от запланированных сроков строительство детских учреждений, торгово-бытовых объектов. Нарушаются очередность строительства, сроки начала возведения и сдачи объектов. Вследствие простоев фронтов работ и превышения сроков выполнения отдельных видов работ, фактическая продолжительность часто превышает запланированную. Продолжительность выполнения подземной части здания превышает плановую в 1,1-1,8 раза, надземной – в среднем в 1,45 раза. Расхождение плановой и фактической продолжительностей по отделочным работам составляет 1,4-2 раза. Продолжительности строительства объектов завышаются в среднем в 1,4 раза.

Улучшение ИКГ предлагается проводить с использованием методики улучшения исполнительных календарных графиков, разработанной на кафедре организации строительства СПбГАСУ. При улучшении сохраняется фактическая очередность возведения объектов, учитывается обеспеченность стройки трудовыми и материально-техническими ресурсами, выработка бригад и звеньев. Однако обеспечивается полное исключение простоев ресурсов или простоев фронтов работ или частичное исключение одновременно простоев ресурсов и фронтов с целью достижения минимальной продолжительности строительства отдельных объектов и комплекса в целом.

Для расчета улучшенного графика на основе исполнительного составляется матрица продолжительности работ с сохранением разбивки общего фронта работ на частные, количества и состава бригад. Затем рассчитываются различные методы поточной организации работ, отличающиеся по степени непрерывности работы бригад, непрерывности

---

освоения фронтов работ, продолжительности выполнения комплекса работ и другим показателям [11]. На основе вариантного анализа полученных методов можно выбрать улучшенный график, наиболее целесообразный для строительства аналогичного комплекса в тех или иных производственных условиях.

В таблице № 2 приведены результаты сравнения планового (далее ПКГ), исполнительного (ИКГ) и улучшенного (далее УКГ) календарных графиков возведения одного из жилых комплексов по критериям [11]. Улучшенный график рассчитан при условии полной ликвидации простоев ресурсов и максимально возможного сокращения простоев фронтов работ.

Таблица № 2

Сравнение показателей планового, исполнительного и улучшенного графиков возведения объектов комплексного освоения территории

№ п/п	Наименование критерия	Значение критерия для		
		ПКГ	ИКГ	УКГ
1	Совмещение разнотипных работ	0,853	0,750	0,815
2	Непрерывность освоения фронтов работ	0,874	0,542	0,831
3	Эффективность продолжительности строительства	0,864	0,830	0,883
4	Соответствие плановой и фактической продолжительностей строительства	1,000	0,685	0,853
5	Интегральный критерий	0,897	0,701	0,847

Обобщающий интегральный критерий был рассчитан при коэффициентах значимости различных критериев, равных единице. Значение интегрального критерия у улучшенного графика ближе к плановому, чем у исполнительного, но все же ниже, чем у планового. Это говорит о



повышении эффективности организации работ при улучшении исполнительного графика. Но, с другой стороны, плановые графики недостаточно учитывают реальные условия строительства, поэтому их реализуемость при организации строительства объектов невысока. Таким образом, изучение и анализ фактической организации работ на основе исполнительных графиков, составление улучшенных графиков способствуют совершенствованию увязки строительно-монтажных работ по возведению объектов комплексного освоения территории во времени и пространстве с учетом реальных условий строительства и возможностей строительно-монтажных организаций. Применение улучшенных графиков при разработке организационно-технологической документации на возведение объектов КОТ повысит степень реализуемость плановых календарных графиков при строительстве объектов.

### Литература

1. Dresner S. The Principles of Sustainability // Earthscan, London, 2002. 200 p.
2. Челнокова В. М. Особенности календарного планирования комплексного освоения территории девелопментской организацией // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 3 (56). С. 136-141.
3. Афанасьев В. А., Хибухин В. П., Леви С.Е. Составление и анализ исполнительных графиков // На стройках России. 1969. №7. С.32-34.
4. Болотин С. А., Хошнаф Юсиф Бабакр Хуссейн, Бохан Хайтам. Регрессионная оценка норм затрат труда на основе нейросетевого моделирования // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 3 (80). С. 127–133.
5. Болотин С. А., Котовская М.А. Анализ европейской и российской нормативных баз трудовых затрат применительно к календарному

планированию строительства // Вестник гражданских инженеров. 2013. № 2 (37). С.98-103.

6. Кларк У. Графики Ганта. Учет и планирование работы. Пер. с англ. – М.: Техника управления. 1931. 124 с.

7. Modern J. Phillips C. Project Management with CPM and PERT. - New York: Ven Mostrandho Hold Company. 1970. С. 58-65.

8. Челнокова В. М. Планирование поточной организации работ при комплексном освоении территории // Вестник гражданских инженеров. 2013. №3 (38). С. 107–112.

9. Синенко С. А., Дорошин И. Н., Гнатусь М. А. Совершенствование подготовки исполнительной документации по возведению зданий и сооружений в современных условиях // Инженерный вестник Дона. 2020. № 2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2020/6302](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2020/6302).

10. Цопа Н. В., Карпушкин А. С. Исполнительная документация в строительстве: состав и порядок ведения // Экономика строительства и природопользования. 2020. № 4 (77). С. 56–65. DOI 10.37279/2519-4453-2020-4-56-65.

11. Афанасьев В. А., Афанасьев А. В. Поточная организация работ в строительстве: учебник для строительных вузов; СПбГАСУ, СПб: 2000. 152 с.

### References

1. Dresner S. The Principles of Sustainability. Earthscan, London, 2002. 200p.

2. Chelnokova V. M. Vestnik Grazhdanskikh Inzhenerov. 2016. № 3 (56). p. 136-141.

3. Afanasyev V. A., Hibukhin V. P., Levi S.E. On construction sites of Russia. 1969. №. 7. pp. 32-34.



4. Bolotin S. A., Khoshnaw Yousif Babakr Hussein, Bohan Haitham. Vestnik Grazhdanskikh Inzhenerov. 2020. № 3 (80). p. 127–133.
5. Bolotin S. A., Kotovskaya M.A. Vestnik Grazhdanskikh Inzhenerov. 2013. № 2 (37). p.98-103.
6. Klark U. Grafiki Ganta. Uchet i planirovaniye raboty. Per. s angl. [The Gantt chart, a working tool of management]. M.: Control technique. 1931. 124 p.
7. Modern J. Phillips C. Project Management with CPM and PERT. New York: Ven Mostrandho Hold Company. 1970. p. 58-65.
8. Chelnokova V. M. Vestnik Grazhdanskikh Inzhenerov. №3 (38). 2013. p. 107–112.
9. Sinenko S. A., Doroshin I. N., Gnatus' M. A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2020. № 2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2020/6302](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2020/6302).
10. Copa N. V., Karpushkin A. S. Ekonomika stroitel'stva I prirodoopol'zovaniya. 2020. № 4 (77). pp. 56–65. DOI 10.37279/2519-4453-2020-4-56-65.
11. Afanasyev V. A., Afanasyev A.V. Potochnaya organizatsiya rabot v stroitel'stve: uchebnik dlya stroitel'nykh vuzov [Production line method of construction: a textbook for building universities]. SPbGASU, St. Petersburg.: 2000. 152 p.