

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

2020, №4, Том 12 / 2020, No 4, Vol 12 <https://esj.today/issue-4-2020.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/39SAVN420.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Цапко К.А., Востриков Н.Ф. Формирование производственной программы строительной организации на основе поточного метода организации строительства // Вестник Евразийской науки, 2020 №4, <https://esj.today/PDF/39SAVN420.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Tsapko K.A., Vostrikov N.F. (2020). Forming of a production program of a construction organization based on a flow line method of organization of construction. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 4(12). Available at: <https://esj.today/PDF/39SAVN420.pdf> (in Russian)

УДК 69

ГРНТИ 67.01.75

Цапко Константин Александрович

ФГОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Доцент

Кандидат экономических наук

E-mail: tsapko@list.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=807657

Востриков Николай Федорович

ФГОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Магистрант

E-mail: nicovostrikov@gmail.com

**Формирование производственной программы
строительной организации на основе поточного метода
организации строительства**

Аннотация. В данной статье авторами рассматриваются вопросы применения современного инструментария организации строительного производства при формировании производственных программ строительных организаций. Одним из наиболее прогрессивных методов ведения строительства является поточный метод, который обеспечивает непрерывное и ритмичное ведение строительно-монтажных работ и тем самым равномерное использование производственных ресурсов строительной организации. Показано, что с точки зрения реализации производственных программ строительных организаций наиболее адекватным является использование и оптимизация методик формирования и расчета комплексных потоков, формируемым из объектных. В процессе анализа различных видов комплексных потоков (комбинированный, агрегированный, уплотненный), делается вывод о том, что при определении оптимальной конфигурации потока особенное значение имеет анализ факторов внешней и внутренней среды строительной организации на текущий момент и перспективный горизонт планирования, среди которых наиболее важными являются параметры производственной мощности строительной организации, конкурентная конъюнктура в процессе подрядных торгов, а также директивные условия исполнения обязательств подрядчика в рамках контрактов (договоров). С учетом этого в статье производственную программу строительной организации предлагается формировать на основе вариантного анализа комплексного потока с учетом его вида, актуальных факторов внешней и внутренней среды строительной организации, а также прогнозируемой конфигурации годовой

производственной программы. При этом в качестве базовой модели используется схема скользящего ситуационного планирования. С использованием в качестве средства визуализации поточных моделей инфографии сетевых циклограмм приведен пример формирования производственной программы строительной организации с учетом данных принципов.

Ключевые слова: поточный метод; строительство; строительная организация; производственная мощность; организация строительства; производственная программа; планирование; циклограмма

Повышение масштабов строительства и технической сложности строительного процесса, а также усложнение производственных связей приводит к усилению внимания к процессу возведения объектов на этапе организационно-технологической подготовки, в особенности к подготовке календарных графиков выполнения работ, как одному из главных компонентов эффективного строительства.

Современная организация строительства предполагает различные способы ведения строительных работ. Наиболее важными показателями в нахождении необходимого для возведения определенного объекта или нескольких связанных объектов являются сроки строительства, рентабельность строительства и характеристика производительности труда.

Учитывая последовательность и способ проведения работ, как известно, выделяют три основных метода осуществления и организации строительства: последовательный, параллельный и поточный [1].

Последовательный метод – это метод, где все строительные процессы на объекте начинаются только после завершения работ на предыдущем строительном объекте. Затраты времени на строительство при этом будут максимальными. Если работы ведутся параллельным методом, то возведение строительных объектов начинается и завершается одновременно. В данном случае сроки строительства будут минимальными. Однако затраты в единицу времени при таком методе будут максимальными.

Поточный метод устраняет недостатки данных методов и в то же время учитывает их достоинства, поэтому считается оптимальным с точки зрения организации строительного производства. Оптимальность обеспечивается за счет того, что непрерывное и постоянное использование трудовых, технических и материальных ресурсов приводит к повышению производительности труда за счет уменьшения непроизводительных временных затрат, а также обеспечивает ритмичность их потребления.

Производственная программа строительной организации в общем случае предполагает реализацию ряда строительных проектов, работы по которым выполняются как последовательно, так и параллельно друг с другом. При этом особую важность принимает проблема оптимизации использования всех необходимых для реализации строительного проекта видов ресурсов: технических, материальных, финансовых, трудовых, объемы которых для большей части строительных организаций в текущих экономических условиях довольно ограничены [2; 3]. С этой точки зрения использование поточных методов организации строительства при формировании организационно-технологических моделей реализации производственных программ строительных организаций представляется весьма актуальным.

Исходя из технологической структуры выделяют частный, специализированный, объектный и комплексный уровни потока. При этом комплексный поток формируется объектными потоками и производит строительную продукцию в масштабе жилых кварталов, крупных промышленных объектов и т. д. [4]. Таким образом с точки зрения реализации

производственных программ строительных организаций необходимо использование и оптимизация методик формирования и расчета комплексных потоков.

Наибольший интерес здесь представляют научные достижения и опыт Петербургской школы поточной организации строительства под руководством профессора В.А. Афанасьева, с учетом их переосмысления в текущих экономических реалиях [5].

В.А. Афанасьев выделял следующие виды комплексных потоков:

1. *Комплексный поток комбинированный (КПК)*. Структура составляющих комплексный поток объектных потоков сохраняется, но межобъектные структурные связи растягиваются. В этом случае продолжительность общего комплекса работ увеличивается.
2. *Комплексный поток агрегированный (КПА)*. Структура составляющих комплексный поток объектных потоков разрушается, при этом обеспечивается непрерывная работа бригад, но увеличивается время простоев фронтов работ, что приводит к увеличению продолжительности строительства отдельных объектов.
3. *Комплексный поток уплотненный (КПУ)*. Структура второго и последующих составляющих комплексный поток объектных потоков разрушается, а простои фронтов работ и бригад минимизируются, что обеспечивает минимизацию сроков строительства комплекса [6].

Таким образом, определение оптимального вида комплексного потока должно производиться с учетом комплексного анализа и сопоставления конкурентоспособных вариантов, а также (что особенно важно при формировании производственной программы) факторов внешней и внутренней среды строительной организации на текущий момент и перспективный горизонт планирования.

Среди данных факторов наиболее актуальными являются:

- параметры производственной мощности строительной организации и ее достаточность для реализации как производственной программы в целом, так и отдельных строительных проектов в рамках данной программы;
- конкурентная конъюнктура в процессе подрядных торгов, которая может вынуждать строительную организацию принимать не самые оптимальные условия строительства объекта, в том числе стоимостные и временные;
- директивные условия исполнения обязательств подрядчика в рамках контрактов (договоров), в том числе касающиеся контрактной (договорной) цены, общей продолжительности строительно-монтажных работ, графика производства работ и графика финансирования.

Рассматривая объекты, которые формируют производственную программу строительной организации, с учетом временного критерия их можно классифицировать следующим образом:

1. переходящие с прошлого периода объекты:
 - объекты, работа по которым была начата в предыдущем периоде, а завершение планируется в текущем периоде;
 - объекты, работа по которым была начата в предыдущем периоде, а завершение планируется в последующем периоде;
2. начатые в текущем периоде объекты:

- объекты, работа по которым начинается и заканчивается в текущем периоде;
- объекты, работа по которым начитается в текущем периоде, а завершение планируется в последующем периоде.

Примеры конфигурации объектов производственной программы строительной организации представлены на рис. 1.

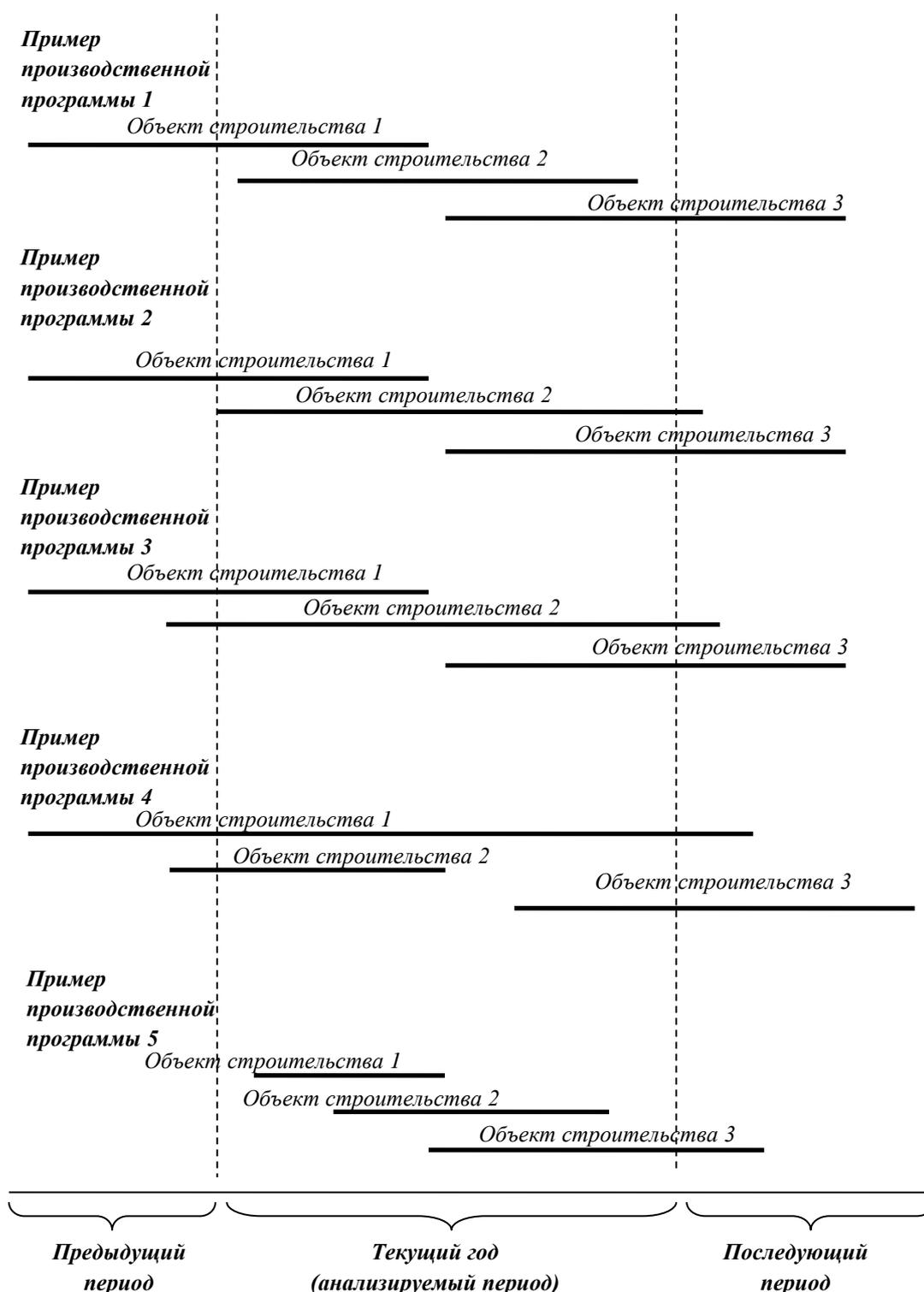


Рисунок 1. Примеры конфигурации производственной программы строительной организации (разработано авторами)

С учетом вышеизложенного, производственную программу строительной организации предлагается формировать на основе вариантного анализа комплексного потока с учетом вида комплексного потока, актуальных факторов внешней и внутренней среды строительной организации, а также прогнозируемой конфигурации годовой производственной программы (рис. 2).



Рисунок 2. Факторы формирования производственной программы строительной организации (разработано авторами)

Формирование производственной программы с учетом поточных принципов в рыночной экономике отличается от построения обычного комплексного потока (например, при застройке жилого массива либо микрорайона) в связи с тем, что строительная организация не всегда имеет возможность определять временные характеристики начала строительства и его общей продолжительности, что еще больше актуализируется в условиях дефицита заказов. В результате этого межобъектные структурные связи могут дополнительно растягиваться, а простые фронты работ увеличиваться. При этом необходимо иметь в виду, что поточная организация в любом случае будет обеспечивать максимальную оптимальность в условиях внешних ограничений.

Рассмотрим пример формирования производственной программы строительной организации с учетом изложенных выше принципов (таблица 1).

Таблица 1

Исходные данные производственной программы

Объект строительства	Продолжительность специализированного потока, дней						
	1	2	3	4	5	6	7
Объект строительства 1	14	41	32	49	36	16	16
Объект строительства 2	27	24	21	22	28	25	41
Объект строительства 3	45	33	32	35	24	42	34

Разработано авторами

Производственная программа анализируемого периода включает реализацию трех строительных объектов. Объектный поток включает следующие специализированные потоки: 1 – Земляные работы, 2 – Устройство фундаментов, 3 – Кирпичная кладка, 4 – Монтаж сборных железобетонных конструкций, 5 – Сантехнические работы, 6 – Штукатурные работы, 7 – Электромонтажные работы.

В качестве средства визуализации поточных моделей будем использовать инфографию сетевых циклограмм, предложенных С.Н. Булгаковым [7] и развитым В.М. Лебедевым [8–10]. Основой сетевых циклограмм являются циклограммы строительных потоков с добавлением

элементов сетевого графика, что обеспечивает наглядное отображение пространственно-временного развития строительных процессов.

На рис. 3 представлены сетевые циклограммы трех указанных выше объектов, без привязки к календарным параметрам строительства отдельных объектов. Задача состоит в конфигурировании производственной программы на основе поточных принципов организации строительного производства при условии налагаемых ограничений конфигурации производственной программы и факторов внешней и внутренней среды строительной организации.

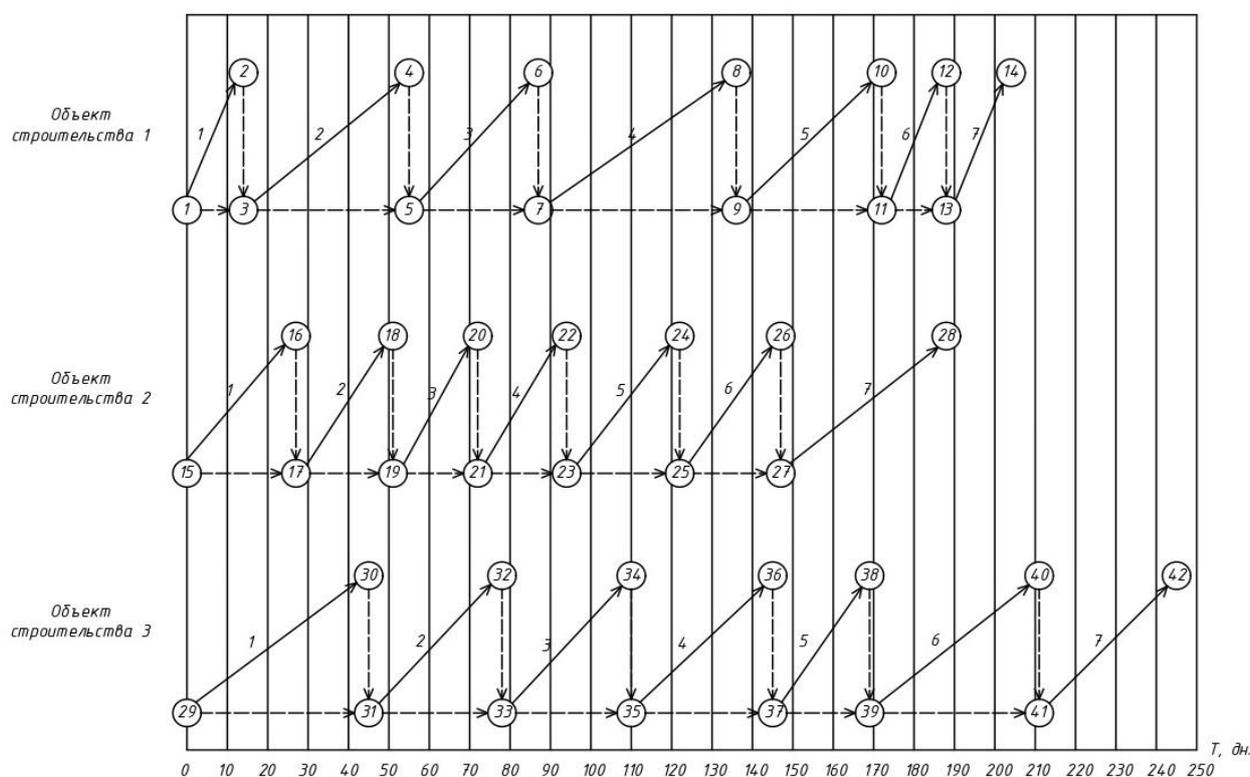


Рисунок 3. Сетевые циклограммы объектов для формирования производственной программы строительной организации (разработано авторами)

Проведем расчет комплексного потока на основе данных трех объектных. Для начала рассчитаем и построим комплексный поток комбинированный. Для этого определим значения показателей смещения по всем видам работ для каждой пары смежных объектных потоков и выявим максимальное смещение для каждой пары, которое будет определять начало последующего потока по отношению к предыдущему. Результаты расчета КПК представлены в таблице 2.

Таблица 2

Расчет комплексного потока комбинированного (КПК) производственной программы строительной организации

Объект строительства	Начало-окончание специализированного потока, дни							Продолжительность
	1	2	3	4	5	6	7	
Объект строительства 1	0–14	15–55	56–87	88–136	137–172	173–188	189–204	204
Смещение 1–2	63	50	42	14	0	12	21	
Объект строительства 2	77–104	105–128	129–149	150–171	172–199	200–224	225–265	188
Смещение 2–3	0	22	34	44	51	50	51	
Объект строительства 3	104–149	150–182	183–214	215–249	250–273	274–315	316–349	245

Разработано авторами

Как можно увидеть из представленного расчета, увязка первого и второго объектных потоков происходит по пятому специализированному потоку, а увязка второго и третьего объектных потоков – по первому специализированному потоку. На рис. 4. представлен комплексный поток комбинированный производственной программы строительной организации, разработанный без учета ограничений.

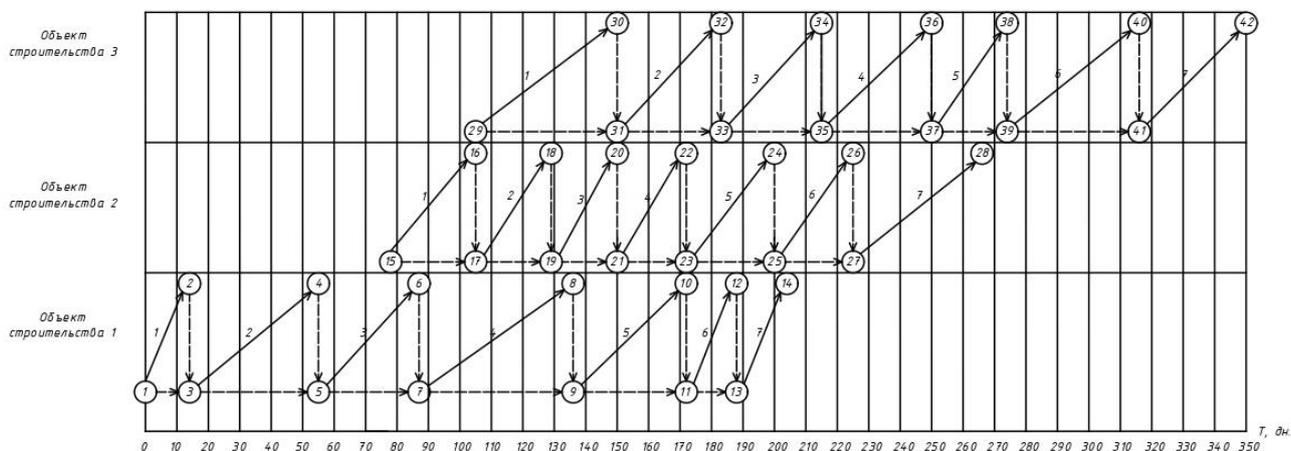


Рисунок 4. Комплексный поток комбинированный (КПК) производственной программы строительной организации (без учета ограничений) (разработано авторами)

Далее рассчитаем и построим комплексный поток агрегированный (КПА), при этом структура объектных потоков будет разрушена, но с другой стороны, будут отсутствовать растяжения ресурсных связей между объектами строительства (таблица 3). На рис. 5 представлен комплексный поток агрегированный производственной программы строительной организации, разработанный без учета ограничений.

Таблица 3

Расчет комплексного потока комбинированного (КПА) производственной программы строительной организации

Объект строительства	Начало-окончание специализированного потока, дни							Продолжительность
	1	2	3	4	5	6	7	
Объект строительства 1	0–14	21–41	66–98	98–147	147–183	195–211	220–236	236
Объект строительства 2	15–41	42–86	99–119	148–169	184–211	212–236	237–278	263
Объект строительства 3	42–86	87–119	120–151	170–204	212–235	237–278	279–312	270

Разработано авторами

Представленные расчеты и модели сетевых циклограмм позволяют сформировать комплексный поток с учетом ориентации на критерии оптимальности – либо с учетом сохранения структуры объектных потоков, либо обеспечения ритмичности и непрерывности работы бригад. Однако они не учитывают ограничения, которые накладываются на деятельность строительных организацией внешними условиями, в первую очередь требованиями тендерной документации и контрактными (договорными) условиями производства работ.

Представленные расчеты и модели сетевых циклограмм позволяют сформировать комплексный поток с учетом ориентации на критерии оптимальности – либо с учетом сохранения структуры объектных потоков, либо обеспечения ритмичности и непрерывности работы бригад. Однако они не учитывают ограничения, которые накладываются на

деятельность строительных организаций внешними условиями, в первую очередь требованиями тендерной документации и контрактными (договорными) условиями производства работ.

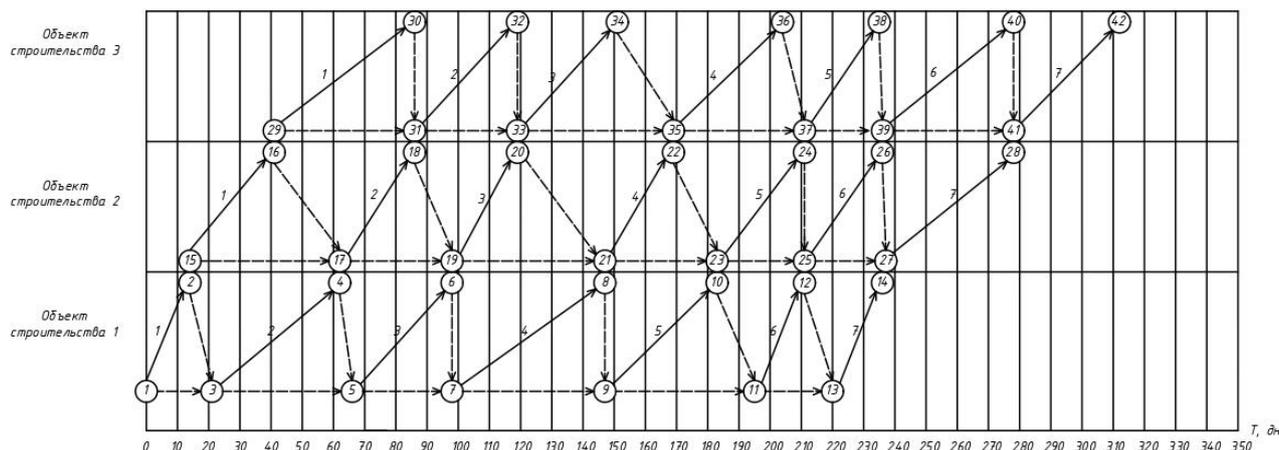


Рисунок 5. Комплексный поток агрегированный (КПА) производственной программы строительной организации (без учета ограничений) (разработано авторами)

В условиях значительной конкуренции на инвестиционно-строительном рынке, большинство строительных организаций не имеют возможности выбирать из множества потенциальных объектов, рассматривая вопрос о включении того или иного объекта строительства в производственную программу (портфель заказов) с учетом критерия оптимальности формирования объектных и комплексных потоков. Иными словами, в реальности в большинстве случаев у строительной организации отсутствует возможность предварительной оценки комплекса формирующих производственную программу объектов и формирования комплексного потока, обеспечивающего наибольший уровень оптимальности с учетом указанных выше критериев.

В этой связи наиболее адекватным в данном случае представляется процесс скользящего ситуативного планирования, включающий следующие основные аспекты.

1. Планирование производственной программы строительной организации осуществляется на годовом горизонте.
2. В качестве основы планирования принимаются текущие объекты строительства (т. е. объекты, работа по которым была начата в предыдущем периоде). По данным строительным объектам формируется объектный поток, который оптимизируется с учетом требований договорной (контрактной) документации. В частности, должны быть учтены обязательства подрядчика как по конечным срокам сдачи объекта, так и по срокам выполнения отдельных этапов работ.
3. В случае появления потенциальной возможности включения в производственную программу нового объекта строительства, оценивается целесообразность его включения на основе комплексного анализа факторов: требуемых сроков выполнения работ, возможность формирования комплексного потока с уже включенными в производственную программу объектами, оптимальный тип формируемого потока (комбинированный, агрегированный, уплотненный), наличие одного или нескольких потенциальных альтернативных проектов.

Рассмотрим пример построения производственной программы строительной организации по данной схеме.

На начало года в портфеле заказов организации находится Объект строительства 1, по которому в прошлом году были выполнены работы

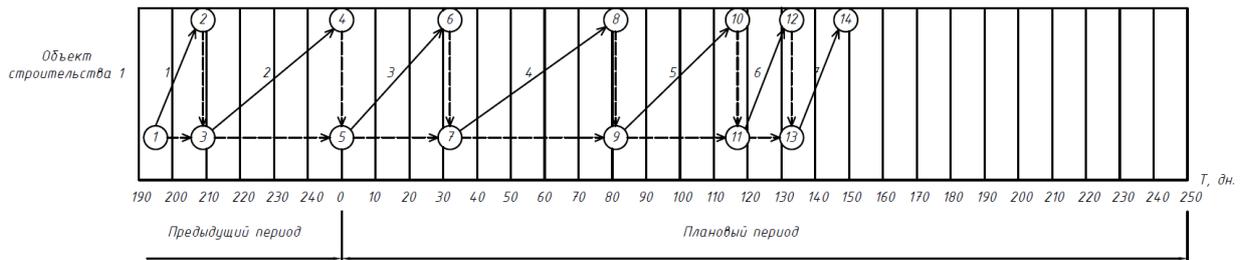


Рисунок 6. Формирование производственной программы (этап 1) (разработано авторами)

В январе текущего года у строительной организации появляется возможность заключения контракта на выполнение работ по Объекту строительства 2. На рис. 7 представлена производственная программа из двух объектов на основе комплексного потока комбинированного, которая соответствует рассмотренной ранее ситуации на рис. 4. Как можно увидеть, формирование данного потока возможно в случае, если срок окончания работ по контракту будет не позже 211 рабочего дня текущего года, при этом необходимо учитывать продолжительность объектного потока в 188 дней. В противном случае формирование комплексного потока комбинированного будет невозможно.

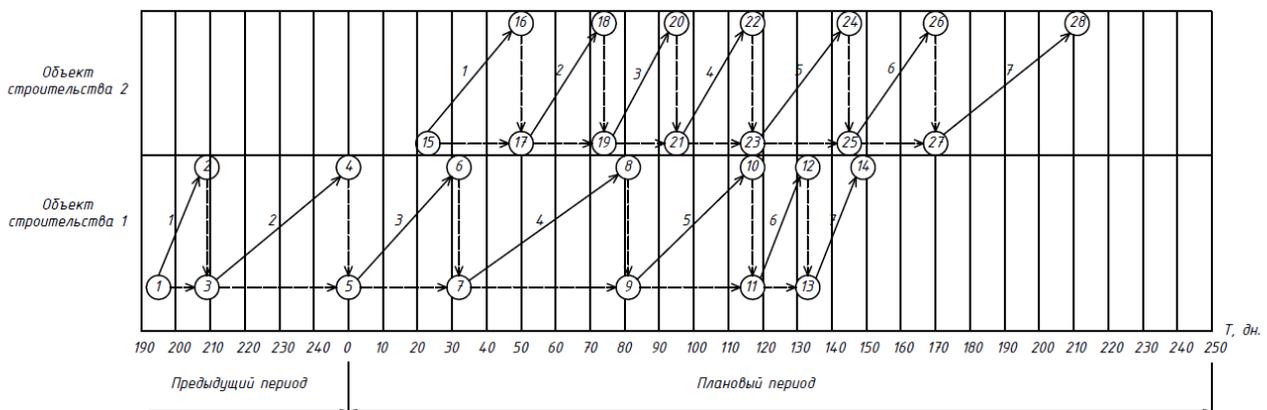


Рисунок 7. Формирование производственной программы (этап 2, КПК) (разработано авторами)

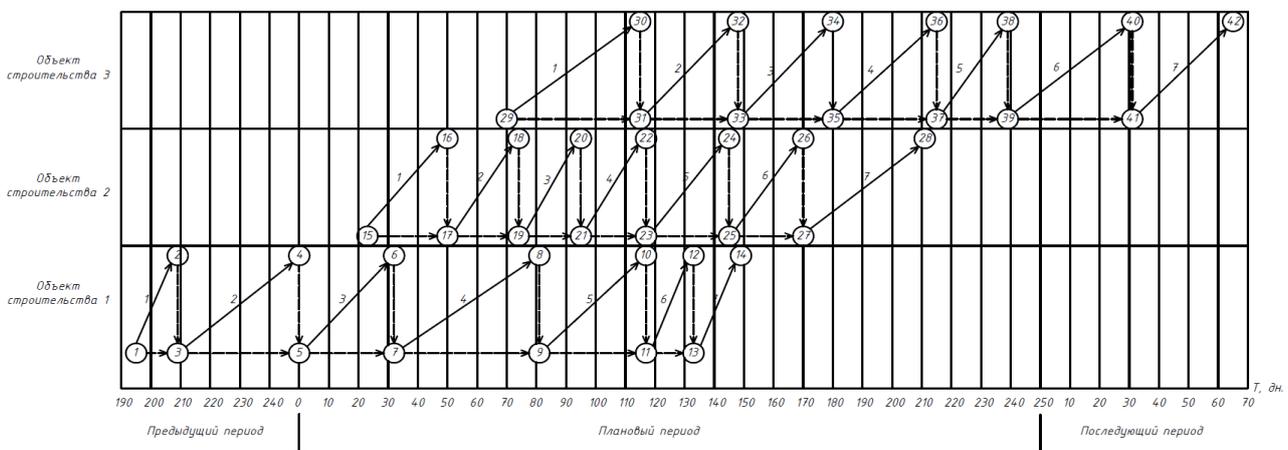


Рисунок 8. Формирование производственной программы (этап 3, КПК) (разработано авторами)

Рассмотрим включение в комплексный поток Объекта строительства 3. При расчете КПК в таблице 2 увязка второго и третьего объектных потоков осуществлялась по первому специализированному потоку. Поэтому начало работ по Объекта строительства 3 должно приходиться на 50-й рабочий день, однако на рис. 8 оно приходится на 20 дней позже, что может быть связано с рядом факторов (вносимые заказчиком изменения в конкурсной документации, согласования параметров контракта и т. д.).

С учетом этих же принципов происходит формирование комплексного потока агрегированного и комплексного потока уплотненного по объектам строительства 1–2 и 2–3.

Таким образом, предлагаемая схема формирования производственной программы строительной организации на основе поточного метода организации строительства с учетом описанных выше принципов позволяет при формировании комплексного потока учитывать не только технологические и организационные, но также управленческие и рыночные факторы. Применение данной схемы позволит подрядным строительным организациям наилучшим образом использовать свои производственные мощности и наиболее эффективно реализовывать свой производственный потенциал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дикман Л.Г. Организация строительного производства: учебник. – М.: Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2009. – 586 с.
2. Oleinik P., Yurgaytis A. Optimization of the annual construction program solutions. / MATEC Web of Conferences, 2017. – Volume 117. – Article Number 00130. RSP 2017 – XXVI R-S-P Seminar 2017 Theoretical Foundation of Civil Engineering DOI: 10.1051/matecconf/201711700130.
3. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Золоторев Д.Н. Формирование производственной программы строительного предприятия // Экономика и менеджмент систем управления. – 2016. – №1.1(19). – С. 110–119.
4. Киевский Л.В. Комплексность и поток: (Организация застройки микрорайона). – М.: Стройиздат, 1987. – 136 с.
5. Петербургская школа поточной организации строительства: I Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 95-летию со дня рождения профессора Виктора Алексеевича Афанасьева. 19–20 февраля 2018 года / под общ. редакцией Е.Б. Смирнова; СПбГАСУ. – СПб., 2018. – 106 с.
6. Афанасьев В.А. Поточная организация строительства. Л., Стройиздат, 1990 г. 304 с.
7. Булгаков С.Н. Исследование и разработка методов контроля и регулирования процессов поточного возведения промышленных зданий: дисс. ... канд. техн. наук: С.Н. Булгаков. – Харьков, 1970. – 146 с.
8. Волков А.А., Лебедев В.М. Разработка проектов поточного строительства крупнопанельных жилых домов с использованием системоквантов // Вестник ГБТУ им. В.Г. Шухова. – 2012. – №1. – С. 173–176.
9. Лебедев В.М. Инфография поточных методов строительства с применением сетевых циклограмм // Вестник МГСУ. – 2009. – №2. – С. 212–217.
10. Лебедев В.М. Расчет объектного с разработкой сетевой циклограммы-системоквантов технологических процессов // Вестник ГБТУ им. В.Г. Шухова. – 2008. – №2. – С. 19–21.

Tsapko Konstantin Aleksandrovich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia

E-mail: tsapko@list.ru

РИИЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=807657

Vostrikov Nikolay Fedorovich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia

E-mail: nicovostrikov@gmail.com

Forming of a production program of a construction organization based on a flow line method of organization of construction

Abstract. In this article the authors discuss the issues of using modern tools of organization of construction production when forming production programs of construction organizations. One of the most progressive methods of construction is a flow line method, which provides uninterrupted and stable construction and installation works, thus balanced use of production resources of a construction organization. It's shown that use and optimization of the forming and calculating methods of complex flow lines, formed from object ones, are the most appropriate with regard to implementation of production programs of construction organizations. In analyzing different types of complex flow lines (combined, aggregated, sealed) the authors conclude that in determining an optimal flow line configuration the most important things are the analysis of external and internal factors of a construction organization environment to date and the forward-looking planning horizon. The most important factors are parameters of production capacity of a construction organization, competitive environment during contractor tenders and policy conditions of obligations fulfillment by a contractor as part of agreements. The authors recommend forming a production program of a construction organization on the basis of variant analysis of a complex flow line taking into account its type, relevant external and internal factors of a construction organization environment and predictable configuration of an annual production program. In so doing a scheme of a rolling situation planning serves as a basic model. There is an example of forming a production program of a construction organization considering the given principles, using infographics of network sequence diagrams as visualization tools of flow line models.

Keywords: flow line method; construction; construction organization; production capacity; organization of construction; production program; planning; sequence diagram