

Совершенствование структуризации и взаимосвязи работ по созданию линейных объектов на основе комплексных потоков

В.М. Челнокова

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Аннотация: В статье приведен порядок структуризации работ по созданию или ремонту линейных объектов на примере автомобильных дорог. Предлагается осуществление эффективной взаимосвязи работ проводить на основе совершенствования теории комплексных потоков. Предложено формирование объектных потоков, для этого вся длина линейного объекта делится на отдельные участки, для которых разрабатываются объектные расписания. Объектные расписания увязываются в единый комплексный поток. Приведены результаты расчетов объединения объектных расписаний по различным принципам и их вариантный анализ для выбора наилучшего варианта.

Ключевые слова: линейные объекты, строительные работы, объектные расписания, единый поток, структуризация работ, вариантный анализ.

В Российской Федерации высокими темпами развивается строительство различных линейных объектов. Градостроительный кодекс Российской Федерации к линейным объектам относит линии электропередач, линии связи, железнодорожные линии, автомобильные дороги, трубопроводы и другие подобные сооружения. По сути, линейный объект представляет собой инженерное сооружение, имеющее значительную длину, что предполагает линейный принцип организации работ, требующий создания передвижных подразделений и применения мобильных машин, перемещающихся вместе с обслуживающими их рабочими с одного участка дороги на другой.

Состав проекта организации строительства (ПОС) для линейных объектов определен Постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию». ПОС линейных объектов должен содержать, в том числе, обоснование потребности в основных строительных машинах, механизмах, транспортных средствах, а также во временных зданиях и

сооружениях; сведения об объемах и трудоемкости основных строительных и монтажных работ по участкам трассы; обоснование организационно-технологической схемы, определяющей оптимальную последовательность сооружения линейного объекта.

Рассмотрим вопросы структуризации и взаимосвязи работ по созданию линейных объектов на примере автомобильных дорог.

Автомобильные дороги в соответствии с СП 78.13330.2012 «Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85» имеют все признаки линейных сооружений, в числе которых: большая протяженность; сравнительно узкая полоса землеотвода; выполнение примерно одинаковых комплексов работ на всем протяжении объекта.

Основная сеть автомобильных дорог с твердым покрытием сформировалась в России к концу 1980-х годов [1]. Однако, даже в то время эта дорожная сеть не соответствовала объемам движения и грузовой нагрузке. В последующие годы наблюдается ускоренный рост автомобильного парка, что потребовало увеличения объемов строительства и ремонта автомобильных дорог. Особенности дорожной сети России заключаются в том, что дорожная сеть на европейской территории в основном замкнута на Москву; значительное количество сельских поселений не имеют связи с транспортной сетью страны по дорогам с твердым покрытием; в районах Сибири, Дальнего Востока и Севера России требуется значительное развитие опорной сети автомобильных дорог.

Таким образом, совершенствование темпов, а также эффективная организация строительства и ремонта автомобильных дорог, являются весьма актуальными вопросами развития дорожной сети. Анализ состояния данного вопроса показал, что в связи со значительным увеличением объемов строительства и ремонта автомобильных дорог, необходимо

совершенствование современных методик календарного планирования работ с учетом специфики линейных объектов [2,3].

Согласно Постановлению Правительства РФ № 87, в отношении автомобильных дорог могут быть выделены этапы строительства, в которые включается комплекс работ по подготовке территории строительства для размещения автомобильной дороги, при необходимости снос зданий, строений и сооружений, переустройство (перенос) инженерных коммуникаций, вырубку леса и другие работы [4]. Далее выполняются строительные работы основного периода. Затем в заключительный период ликвидируют временные сооружения, проводится рекультивация земель.

Линейный характер дорожных объектов способствует успешному применению поточного метода организации строительных и ремонтных работ [5-7].

Оптимизации движения дорожно-строительных бригад посвящена работа [8], в которой рассматриваются радиальные транспортные схемы.

Для строительства и ремонта линейно-протяженных автомобильных дорог предлагается формирование поточной организации работ проводить в следующем порядке: для этого необходимо выделить специализированные потоки и частные фронты работ. Специализированные потоки представляют собой структуризацию работ специализированных отрядов рабочих, последовательно выполняющих подготовительные, строительные-монтажные и завершающие работы. Частный фронт работ определяется, как максимальный технологический участок дороги, который возможно освоить по каждому виду работ за смену, его размеры зависят от выработки рабочих и производительности механизмов. В работе [9] протяженность фронта работ (захватки) зависит от минимальных простоев машин и определяется затратами на погонный метр покрытия дорог.

Также предлагается расчет организации работ по строительству или ремонту автомобильных дорог на основе создания комплексных потоков. Методика формирования комплексных потоков для сведения зданий в общий комплекс предложена [10]. Специфика линейных сооружений заключается в выделении объектных потоков. Предлагается в качестве объектных потоков при строительстве или ремонте автомобильных дорог выделять значительные участки дорог (не менее 10 километров).

Методика расчета комплексных потоков по строительству или ремонту автомобильных дорог заключается в следующем.

Для выполнения линейных дорожно-строительных и ремонтных работ обычно организуют следующие специализированные потоки: строительство временных сооружений и постоянных зданий; расчистка дорожной полосы и другие подготовительные работы; возведение малых искусственных сооружений; устройство земляного полотна; создание основания и покрытия; отделка дороги. Определяется количество частных фронтов по каждому виду работ на каждом объекте строительства дороги исходя из длины участка и рассчитанной максимальной длины захватки. Совокупность технологических процессов по завершению строительства или ремонта значительного участка дороги составляет дорожный объектный поток.

Определяются периоды развертывания каждой следующей работы по отношению к предыдущей. Периоды развертывания показывает разницу между началами работы смежных бригад на объекте с учетом, что бригада должна закончить работу минимум на одну смену позже предыдущей. Таким образом, рассчитываются начало и окончание каждой работы на каждом участке дороги (объекте).

По методике формирования комплексных потоков [10] рассчитываются все разновидности таких потоков: комплексный поток комбинированный

(КПК); комплексный поток агрегированный (КПА); комплексный поток уплотненный (КПУ).

На основе предлагаемой методики был проведен расчет комплексных потоков по строительству автомобильной дороги в республике Карелия длиной более 40 километров. Дорога была разделена на 4 участка (объектных потока), длиной более 10 км.

Сравнение различных методов расчета комплексных потоков для организации строительства рассматриваемой дороги представлены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры комплексных потоков по выполнению дорожно-строительных работ

№ п/п	Параметры	Комплексные потоки		
		КПК	КПА	КПУ
1.	Продолжительность строительства дороги, дни/мес.	252/12,0	369/ 17,6	252/12,0
2.	Продолжительность работ на участках дороги (объектных потоков), дни	-	-	-
	I участок	112	308	112
	II участок	112	211	141
	III участок	112	314	157
	IV участок	112	317	189
3.	Растяжение ресурсной связи, дни	361	0	143

В результате расчета получают значительные растяжения ресурсных связей, то есть простои бригад с объекта на объект. Исключаются простои бригад только при расчете комплексного потока агрегированного (КПА), но при этом, как правило, значительно увеличиваются продолжительности строительства дорог (до 40%). Поэтому данный метод является нерациональным.

Сравнение методов КПК и КПУ показывает, что общая продолжительность строительства дороги у них одинакова и составляет 12,0 месяцев. У метода КПУ сократились простои бригад на 218 дней или на 39%. Но при этом увеличились продолжительности строительства 2, 3 и 4 участков дороги соответственно. По результатам сравнения вариантов расчета комплексных потоков может быть выбран комплексный поток комбинированный (КПК). Сокращение простоев бригад при методе КПК может быть достигнуто путем оптимизации составов бригад с учетом технологии и техники безопасности работ. Также для сокращения простоев бригад и общей продолжительности строительства дороги, возможно формирование параллельно-поточного метода организации работ [5], при котором один или несколько видов работ выполняются однотипными бригадами.

Таким образом, разработанная методика структуризации и взаимосвязи работ по созданию линейных сооружений позволяет сформировать эффективную поточную организацию работ. На примере расчета комплексных потоков по строительству автомобильной дороги на основе вариантного анализа выбран метод наиболее подходящий для конкретных условий строительства линейного объекта.

Литература

1. Справочная энциклопедия дорожника. Том I. Строительство и реконструкция автомобильных дорог. Под ред. А.П. Васильева. М., 2005. 212 с.
 2. Челнокова В.М., Сарычева Н.Ю. Особенности организационно-технологического проектирования линейных объектов //I Всероссийская молодёжная научно-практическая конференция «Современные методы организации и управления строительством» СПбГАСУ, 2020. С.53-57.
 3. Боброва Т.В., Дубенков А.А., Тытарь И.В. Совершенствование организационно-технологического проектирования линейных транспортных объектов на основе моделирования их пространственной декомпозиции //Системы. Методы. Технологии. 2016. №4. С. 169-175.
 4. Ключникова О.В., Зубенко В.Г., Немазенко К.Г., Исмаилов А.М. Инновации при организации строительства линейно-протяженных объектов (дорог) //Инженерный вестник Дона, 2017, №4. URL: www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4560.
 5. Афанасьев В. А. Поточная организация строительства: учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений. Л.: Стройиздат, 1990. 303 с.
 6. Sarker, B. R.; Egbelu, P. J.; Liao, T. W.; Yu, J. 2012. Planning and design models for construction industry: A critical survey, Automation in Construction 22. p. 123-134.
 7. Hejducki, Z. Time Couplings in Scheduling Methods of Complex Construction Process. University of Technology, Wroclaw: 2000. 126 p.
 8. Алферов В.И. Оптимизация движения бригад при радиальном расположении объектов // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), 2011, № 2. С.73-85.
 9. Алексиков С.В., Данилов И.А., Лескин А.И., Гофман Д.И. Ремонт многополосных городских магистралей в условиях движения транспортных
-

потоков // Инженерный вестник Дона, 2022, №4. URL:
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2022/7578.

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

References

1. Vasil'yev A.P. Spravochnaya entsiklopediya dorozhnika. Tom I. Stroitel'stvo i rekonstruktsiya avtomobil'nykh dorog [Reference encyclopedia. Volume 1. Construction and Reconstruction of Motor Roads]. М., 2005. 212p.
2. Chelnokova V.M., Sarycheva N.YU. I Vserossiyskaya molodezhnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Sovremennyye metody organizatsii i upravleniya stroitel'stvom» (I All-Russian Youth Scientific and Practical Conference «Modern methods of organization and management of construction»). SPbGASU, 2020. pp. 53-57.
3. Bobrova T.V., Dubenkov A.A., Tytar' I.V. Sistemy. Metody. Tekhnologii. 2016. №4. pp. 169-175.
4. Klyuchnikova O.V., Zubenko V.G., Nemazenko K.G., Ismailov A.M. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №4. URL: www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4560.
5. Afanas'yev V. A. Potochnaya organizatsiya stroitel'stva: ucheb.posobiyedlya stud. vyssh. ucheb. zavedeniy. [Production line method of construction: a textbook for building universities] L.: Stroyizdat, 1990. 303 p.
6. Sarker, B. R.; Egbelu, P. J.; Liao, T. W.; Yu, J. 2012. Planning and design models for construction industry: A critical survey, Automation in Construction 22. pp. 123-134.
7. Hejducki, Z. Time Couplings in Scheduling Methods of Complex Construction Process. University of Technology, Wroclaw: 2000. 126 p.



8. Alferov V.I. Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (MADI), 2011, № 2. Pp. 73-85.
9. Aleksikov S.V., Danilov I.A., Leskin A.I., Gofman D.I. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2022/7578.
10. 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.