

Горелова Юлия Робертовна (Омск, Россия) – канд. исторических наук, доцент кафедры Архитектурно-конструктивное проектирование ФГБОУ ВО Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (644008, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: gorelovaj@mail.ru).

Gorelova Julia (Omsk, Russian Federation) – candidate of historical Sciences, associate Professor department of architectural and structural design, Siberian state automobile and highway academy (644008, Omsk, Mira av., 5, e-mail: kaf_igof@sibadi.org).

УДК 69.05

ПЛАНИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ПОСТАВОК МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

О.В. Демиденко¹, Н.Е. Алексеев²

¹ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия г. Омск,

²ЧУОО ВО «ОмГА», Россия, г. Омск

Аннотация. В организационно-технологических документах вопросы транспортного обеспечения материальными ресурсами объектов строительства рассматриваются без достаточного обоснования. В статье задача планирования объема поставок согласованного с внутренними возможностями строительной организации и с внешними условиями формулируется в виде математической модели линейного программирования. Излагаются принципы планирования, формализуются внешние и внутренние ограничения на выбор плана. Разработанная авторами модель планирования позволит повысить организационный уровень управления строительными потоками, обеспечит непрерывность и равномерность производства работ и потребления материалов, изделий, конструкций.

Ключевые слова: строительный поток, транспортно-технологический процесс, производство строительно-монтажных работ, планирование и управление, организация и технология строительства

Введение

Строительное производство представляет собой сложную материально-производственную и информационно-управляющую систему, деятельность которой направлена на преобразование ресурсов и переработку информации с целью возведения зданий и сооружений. [1]. Транспортное обеспечение - неотъемлемая часть строительного производства.

Как показывают исследования, существует организационная взаимосвязь транспортного и строительного процессов, которая в значительной степени влияет на эффективность строительного производства. Для выполнения строительно-монтажных работ требуется много видов материалов, изделий, конструкций от различных поставщиков. Непрерывность работы является важнейшим условием при проектировании строительных потоков, которая достигается своевременной доставкой материалов, изделий, конструкций на объекты возведения. Основанием для определения объема поставок служат планируемые на соответствующий период объемы

строительно-монтажных работ, выполняемые собственными силами строительных организаций. [2].

В организационных системах эффективность управления определяется в основном количественными показателями информационного обеспечения. Его задачей является выбор рационального соотношения элементов в системе и правильное установление их целей, а также четкая временная и пространственная регламентация деятельности каждого элемента. Это осуществляется при выполнении плановых расчетов в организационно-технологическом проектировании, т.е. в период инженерной подготовки строительства.

Организационно-технологическому проектированию принадлежит важное место в системе инженерной подготовки строительства. Однако в проектной документации (проектах организации строительства и проектах производства работ) не учитывается взаимосвязь процессов планирования деятельности строительной организации с транспортно-технологическими процессами. В проектах

организации строительства и производства работ вопросы транспортного обеспечения материальными ресурсами объектов строительства рассматриваются в общем виде без достаточного обоснования. При существующих методах анализа проектных решений недостаточно внимания уделяется вопросам определения объема поставок, что приводит к принятию неверных управленческих решений [3].

Модель планирования поставок строительных материалов, изделий, конструкций

Выработка плана является сложной процедурой, в ходе которой строительное предприятие вступает во взаимоотношения с многими организациями, которые необходимо учитывать. Важным условием выполнения взаимных обязательств является соответствие планируемого объема перевозок грузов плану строительства и производства строительных материалов, а также провозным возможностям автохозяйств. Информационно-управляющая система строительной организации реализует функции управления предприятием, формирует предложения по плану. На стадии выработки предложений информационно-управляющая система опирается на знание соответствующих внутренних возможностей строительной организации, данные прогнозирования внешних условий. Чем более полно учтены указанные факторы, тем более обоснованными считаются эти предложения и, соответственно, будут приняты без существенных коррекций.

Наиболее эффективным и современным подходом к реализации такого обоснования является использование математических моделей. Модели, применяемые для решения задач этого уровня должны учитывать не только внутренние свойства предприятия, являться моделями его производственной системы, но и учитывать с доступной полнотой свойства внешней среды.[4]. В виду ограничения полноты информации на уровне предприятия, методика планирования должна предусматривать возможность коррекции плановых предложений, пересчета их по уточненным данным.

План строительной организации включает большое количество показателей, все они являются производными от основных: заданий по объемам реализации строительно-монтажных работ, подлежащих выполнению, и планов поставок строительных материалов, изделий, конструкций, получаемых извне.[5]. Поставка материальных ресурсов осуществляется посредством реализации

транспортно-технологических процессов. При этом существенно не только обеспечить необходимым объемом поставок планируемые затраты на длительный период времени, но и определить характер их распределения во времени, т. к. неравномерность поставок может повлиять на снижение эффективности деятельности строительной организации.[6]. Транспортно-технологический процесс представляет собой систему, целью которой обеспечение непрерывной работы строительных потоков с минимальными затратами. В соответствии с поставленной перед системой целью транспортно-технологический процесс составляют следующие технологические операции: погрузка, разгрузка, транспортировка и потребление. В выполнении этого комплекса операций участвуют заводы-поставщики, комплектующие, транспортные и строительные организации.

Пусть r_p - объем реализации p -го вида строительных работ, q_i - объем поставок i -го строительного материала, изделия, конструкции в плановом периоде. Тогда можно утверждать, что задача планирования будет решена, если установлены значения векторов

$$r = (r_p, p \in P_{out}), q = (q_i, i \in P_{in}).$$

Выбор r и q определяется принятым принципом планирования. Наиболее распространенным на практике является принцип планирования от достигнутого уровня. При этом предполагается известным достигнутый в предшествующем плановом периоде уровень реализации строительной продукции r^0 , а в качестве плана реализации на текущий период предлагается принять тот же по структуре, но увеличенный с заданным темпом роста θ . Сам темп роста обычно также принимается на основе пролонгации ранее достигавшихся темпов. Тем самым формула построения плана r принимает простой вид

$$r = (1 + \theta)r^0, \theta > 0. \quad (1)$$

Обычно этот принцип применяется не ко всем видам строительных работ, а лишь к важнейшим из них. Объем производства по другим видам строительных работ либо не планируется, либо задается достаточно произвольно. Объем необходимых поставок рассчитывается исходя из определенного объема производства строительно-монтажных работ по средним нормативным коэффициен-

там затрат, выработки механизмов и транспортных средств.

Основные недостатки принципа планирования от достигнутого уровня следующие: новый план повторяет возможно несовершенную структуру прошлого плана, может оказаться неосуществимым в силу внутренних обстоятельств (недостаточность производственных ресурсов), так и в силу внешних (отсутствие спроса на строительную продукцию или невозможность получения требуемого объема поставок исходных ресурсов).

Поэтому возникает необходимость в новом подходе, известном под названием принципа оптимального планирования, под которым понимается целая группа методов. Все они характеризуются стремлением выбрать план, наилучшим образом согласованный с внутренними возможностями предприятия и с внешними условиями, при этом прогноз и тех и других на плановый период осуществляется с помощью математических моделей.

Качество (эффективность) плана описывается функцией $F(r, q)$ плановых объемов реализации и поставок строительных материалов, изделий и конструкций. Оптимальным считается план, который обеспечивает наибольшее значение $F(r, q)$. [7]. В качестве целевой функции может использоваться объем реализации, доход, прибыль и другие показатели. Выбор конкретного показателя является дискуссионным. В экономической литературе, как правило, отдается предпочтение показателю прибыли. Прибыль является наиболее четким измерителем эффективности деятельности предприятия.

Из качественной формулировки принципа оптимального планирования ясно, что этот подход подразумевает не только построение наилучшего по качеству плана, но и строгое соблюдение ограничений на выбор плана, связанных с прогнозом условий функционирования строительной организации.

Формализуем эти ограничения, разделяя внешние и внутренние условия.

Учет внешних условий зависит от конкретной ситуации, в которой работает строительная организация. Выделим из них следующие:

Объемы поставок строительных материалов, изделий, конструкций ограничены сверху:

$$q \leq \bar{q}, \quad (2)$$

где $\bar{q} = (\bar{q}_i, i \in P_{in})$ – вектор ограничений, состоящий из компонент, равных предельным объемам поставок i – строительного материала.

Величины \bar{q} могут устанавливаться непосредственно предприятиями-поставщиками или подразделениями материально-технического снабжения на основе анализа возможностей поставщиков. [8].

Планируемые объемы реализации всех или некоторых строительных работ (объектов строительства) ограничены сверху и снизу:

$$\underline{r} \leq r \leq \bar{r}, \quad (3)$$

где $\underline{r} = (\underline{r}_i, i \in P_{out})$, $\bar{r} = (\bar{r}_i, i \in P_{out})$ – векторы с компонентами, равными предельным уровням снижения или повышения объемов строительства.

Величины \underline{r} и \bar{r} , как правило, задаются исходя из непосредственного учета потребностей территории в данном объекте строительства, а также результатов деятельности строительной организации в предшествующем периоде. Необходимость согласования планов предприятий не допускает резких изменений уровня выпускаемой продукции. Поэтому строительной организации при осуществлении даже предварительного планирования необходимо учитывать это обстоятельство, вводя соответствующие ограничения. Для строительных организаций, работающих для удовлетворения выделенной группы потребителей постановка ограничений должна явиться следствием суммирования заявок потребителей или прямого прогнозирования спроса.

Учет внутренних условий формально более сложен и должен опираться на ту или иную математическую модель производственной системы. Выбор подходящей модели является сложной проблемой. Поскольку задача планирования является "внешней" задачей, касающейся объемов исходных и конечных продуктов, удобнее работать с моделью, где фигурируют только эти составляющие, а промежуточные из рассмотрения исключены. [9].

При планировании на базовый период переходящими запасами можно пренебречь и считать, что объем строительного производства b , совпадает с реализацией r , а объем потребляемых строительных материалов, изделий, конструкций a с объемом поставок q [7]:

$$q_i = a_i; i \in P_{in}; r_p = b_p; p \in P_{out}. \quad (4)$$

Проблема заключается в выяснении взаимосвязи между объемами поставок и производства строительно-монтажных работ и какие допустимы объемы строительства в силу ограниченности возможностей производственной системы.

Рассмотрим производство как «черный ящик» для непосредственного установления связи между «входами» и «выходами». Все функционирование строительного производства в плановом периоде рассматривается как единая операция по преобразованию исходных строительных материалов, изделий, конструкций в объекты возведения.

Если обозначить через $b = (b_p, p \in P_{out})$ - вектор объемов строительного производства и считать, что эта операция управляется непосредственно его заданием, то желаемая модель должна иметь вид

$$a_i = a_i(b), i \in P_{in}, \quad (5)$$

при этом дополнительно должна быть задана область допустимых объемов строительного производства.

Используя гипотезу линейности, предполагаем, что

$$a_i(b) = \sum_{p \in P_{out}} a_{ip} b_p, i \in P_{in}, \quad (6)$$

где a_{ip} - расход потребляемых строительных материалов, изделий, конструкций на единицу производства p -го вида строительных работ.

Возможности производства строительно-монтажных работ определяются суммарными ресурсами времени, в течение которого можно использовать производственные звенья (рабочих строительных бригад и строительную технику).

Пусть μ_{kp} - производительность производственного звена k -го типа, $k \in K$, при производстве p -го вида строительных работ, а T_k - общий ресурс времени производственных звеньев в плановом периоде. Тогда объем производства строительно-монтажных работ $b_p, p \in P_{out}$, возможен только если выполнены условия:

$$\sum_{p \in P_{out}} \frac{1}{\mu_{kp}} b_p \leq T_k, k \in K. \quad (7)$$

Эти условия вместе с требованием неотрицательности объема строительства:

$$b_p \geq 0, p \in P_{out}, \quad (8)$$

задают в явной форме допустимую область.

Построенная модель очень удобна для решения вопроса о выборе плана, но во многих случаях неадекватность модели очевидна, например, когда работы осуществляются с применением различных технологий с заведением различными коэффициентами расхода строительных материалов, изделий, конструкций или когда выпуск одного строительного продукта обязательно сопровождается выпуском какого-либо другого.

В таких случаях авторы предлагают следующий, более общий подход.

Будем рассматривать функционирование системы как процесс осуществления конечного множества J различных операций, называемых технологическими способами. Каждая операция $j, j \in J, \dots$, связана с затратами исходных строительных материалов, изделий, конструкций, объемом строительного производства и использованием внутренних ресурсов системы. Пусть x_j - управление j -м технологическим способом, называемым интенсивностью, и для каждого значения $x_j \geq 0$ можно вычислить объемы строительного

производства $b_{pj}(x_j), p \in P_{out}$, и затрат исходных строительных материалов, изделий, конструкций $a_{ij}(x_j), i \in P_{in}$, в данном способе, а также требуемое время использования k -го типа агрегатов системы $l_{kj}(x_j), k \in K$ [10].

В предположении независимости реализации способов объемы исходных материалов, изделий, конструкций и объемы строительного производства суммируются:

$$a_i(x) = \sum_{j \in J} a_{ij}(x_j), i \in P_{in},$$

$$b_p(x) = \sum_{j \in J} b_{pj}(x_j), p \in P_{out}. \quad (9)$$

Таким образом, выбор плана строительного производства и затрат строительных

материалов, изделий, конструкций сводится к выбору вектора $x = (x_j)$ интенсивностей технологических способов, ограниченному ресурсами времени агрегатов производственной системы

$$\sum_{j \in PJ} l_{kj}(x_j) \leq T_k, k \in K, \quad (10)$$

и, возможно, другими условиями (в частности, условием не отрицательности). Область задаваемую всеми этими ограничениями, обозначим X . Если технологический способ внутренне не сбалансирован, т.е. объемы промежуточных продуктов, затрачиваемых в ходе производства, не компенсируются выпуском в нем же, в число ограничений должны быть введены условия по балансам промежуточных продуктов.

В матричной форме (9) и (10) принимает вид

$$a_i(x) = Ax, b(x) = Bx, Lx \leq \beta T, \quad (11)$$

где

$$\begin{aligned} & a_i \underline{\Delta} (a_i), b \underline{\Delta} (b_p), \\ & A \underline{\Delta} \{a_{ij}\}, B \underline{\Delta} \{b_{pj}\}, L \underline{\Delta} \{l_{kj}\} \\ & \beta \underline{\Delta} (\beta_k), \beta_k T \underline{\Delta} \Gamma_k \end{aligned}$$

Очевидно, что модель, использующая понятие технологического способа, переходит в исходную, если принять

$$b_{pj} = \begin{cases} 1, & p = j \\ 0, & p \neq j \end{cases} \quad (12)$$

т.е. считать, что каждый способ связан с выпуском только одного продукта, а его интенсивность определяется выпуском этого продукта. Разработанная авторами модель лишена указанных выше недостатков исходной.

Заключение

Разработанная авторами модель универсальна, предназначена для планирования объема поставок для выполнения строительных работ с использованием любых технологических способов. Основные принципы планирования строительных потоков предусматривают неразрывную связь с транспортно-технологическим процессом поставки материалов, изделий, конструкций. Выполнение этих принципов планирования позволит повысить организационный уровень управления

строительными потоками, обеспечит непрерывность и равномерность производства работ и потребления материалов, изделий, конструкций.

Таким образом, разработанная методика позволяет моделировать состояние производственной системы в изучаемом периоде времени и оптимизировать управленческие решения путем выбора наиболее рациональной стратегии.

Библиографический список

1. Финансовые аспекты предпринимательства в новой экономике : монография / под общ. ред. О.Ю. Патласова. – Омск : НОУ ВПО ОмГА, 2013. – 300 с.
2. Сироткин, Н.А. Теоретические основы управления строительным производством : уч. пособие / Н.А. Сироткин, С.Э. Ольховиков. – М.-Берлин : Директ-Медиа, 2016. – 141 с.
3. Демиденко, О.В. Модель функционирования строительных потоков / О.В. Демиденко, В.А. Казаков, С.М. Кузнецов, Н.Е. Алексеев // Вестник СибАДИ. – 2016. – №2(48). – С. 89-95.
4. Гусаков, А.А. Организационно-технологическая надёжность строительства / А.А.Гусаков, С.А. Веремеенко, А.В.Гинзбург и др. - М.: Внешторг-издат, 1994.-472 с.
5. Организация и методы транспортного строительства : монография / В.Я. Ткаченко, С.Э. Ольховиков, и др. – Новосибирск : СГУПС, 2007. – 317 с.
6. Исаков, А.Л. Оптимизация работы комплекса машин / А.Л.Исаков, К.С. Кузнецова, С.М. Кузнецов // Экономика ж. д.. – 2013. – № 1. – С. 85 – 91.
7. Первозванский, А.А. Математические модели в управлении производством / А.А. Первозванский. – М. : Наука. 1995. – 616 с.
8. Демиденко, О.В. Совершенствование обоснования очередности строительства зданий и сооружений/ О.В. Демиденко, С.М. Кузнецов // Вестник СибАДИ. – 2015. – №5. – С. 66-72.
9. Александров, А.Н. Организационно-технологическая надёжность экскаваторных комплектов / А.Н. Александров, К.С. Кузнецова // Механизация строительства. – 2010. – № 12. – С. 24 – 28.
10. Кузнецов, С.М. Проектирование надёжности транспортно-технологического процесса в строительстве / С.М. Кузнецов, О.В. Демиденко, Н.Е. Алексеев // Вестник СибАДИ. – 2015. – №3. – С. 51-56.

PLANNING VOLUME SUPPLY MATERIAL RESOURCES IN CONSTRUCTION

O.V. Demidenko, N.E. Alekseev

Annotation. The organizational and technological issues of the transport documents provide material resources construction projects considered without

sufficient justification. In the article the task of planning the volume of deliveries agreed with the construction company's internal capabilities and external conditions is formulated in the form of a mathematical model of linear programming. The principles of planning, the concept of the quality of the plan, formalized internal and external constraints on the choice plan. Model developed by the authors plan will improve the level of organization of construction management flows, ensure the continuity and uniformity of the work of production and consumption of materials, products and structures.

Keywords: building flow, transport process, the production of construction and installation work, planning and management, organization and building technology

References

1. The financial aspects of the business in the new economy: a monograph. / Pod Society. Ed. O.J. Patlasova. - Omsk: NOU VPO OmGAU, 2013. - 300 p.
2. Sirotkin, N.A. Theoretical construction of production management basics: Uch.posobie / N.A.Sirotkin, S.E.Olhovikov. - Moscow-Berlin: Direct Media. 2016. - 141 p.
3. Demidenko, O.V. Model building functioning streams / O.V. Demidenko, V.A. Kazakov, S.M. Kuznetsov, N.E. Alekseev // Herald SibADI. - 2016, - №2 (48) - p.89-95.
4. Gusakov, A.A/ Organizational-technological reliability of building / A.A.Gusakov, S.A. Veremeyenko, A.V.Ginzburg et al. -M.: Vneshtorg-izdat, 1994.-472 p.
5. The organization and methods of transport construction: monograph / V.J. Tkachenko, S.E. Olkhovikov, and others-Novosibirsk SGUPS, 2007.-317 p.
6. Isakov, A.L. Optimization of complex machines / A.L.Isakov, K.S.Kuznetsova, S.M.Kuznetsov // Economics railway transport -2013. № 1. -p. 85 - 91.
7. Pervozvanskii, A.A. Mathematical models in production management / A.A. Pervozvanskiy.- M: Science. 1995. - 616 p.
8. Demidenko, O.V. Improvement study of priority construction of buildings / O.V. Demidenko, S.M. Kuznetsov // Herald SibADI. 2015, №5. - p. 66-72.
9. Alexandrov, A.N. Organizational-technological reliability of excavation sets / A.N. Aleksandrov, K.S. Kuznetsova // Mechanization construction. -2010. -№ 12. p. 24 - 28.
10. Kuznetsov, SM Designing reliable transport and process in the construction / SM Kuznetsov, OV Demidenko, NE Alekseev // Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway Academy. 2015. №3. S.51-56.

Демиденко Ольга Владимировна (Омск, Россия) – канд.техн. наук, доцент кафедры Организация и технология строительства ФГБОУ ВО Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (644080, г.Омск, пр.Мира, 5, e-mail: dovanddms@yandex.ru), доцент кафедры Коммерции, маркетинга и рекламы ЧУОО ВО Омская гуманитарная академия (644115, г. Омск, ул. 4-я Челюскинцев, 2а, e-mail: dovanddms@yandex.ru).

Алексеев Николай Евгеньевич (Омск, Россия) – канд. экон. наук, доцент кафедры Общая экономика и право ФГБОУ ВО Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (644080, г.Омск, пр.Мира, 5, e-mail: oeip@mail.ru), доцент кафедры Коммерции, маркетинга и рекламы ЧУОО ВО Омская гуманитарная академия (644115, г. Омск, ул. 4-я Челюскинцев, 2а, e-mail: oeip@mail.ru).

Demidenko Olga (Omsk, Russian Federation) – candidate of technical Sciences, Associate Professor of Organization and technology of construction Siberian state automobile and highway academy (644008, Omsk, Mira av., 5, e-mail: dovanddms@yandex.ru), assistant professor of commerce, marketing and advertising Omsk Humanitarian Academy (644115, Omsk, st. 4th Chelyuskintsev 2a, e-mail: dovanddms@yandex.ru).

Alekseev Nikolai (Omsk, Russian Federation) – candidate of economic Sciences, Associate Professor of General Economics and Law Siberian state automobile and highway academy (644008, Omsk, Mira av., 5, e-mail: oeip@mail.ru), assistant professor of commerce, marketing and advertising Omsk Humanitarian Academy (644115, Omsk, st. 4th Chelyuskintsev 2a, e-mail: oeip@mail.ru).